Част 1- Анатомия и физиология на човека

Тъкани

Какво е тъкан

- Човешкият организъм възниква от една клетка оплодената яйцеклетка (зигота). Тя се дели многократно и от нея се развива яйцеклетъчен зародиш. В неговите клетки посветленно от едно клетъчно поколение в друго настъпват промени в устройството и функционирането. Така в зародиша възникват различни видове клетки.

- Всички клетки изпълняват общи функции хранят се, дишат растат, делят се и т. н., но същевременно те се специализират да извършват и определени функции.

- Тъканите са изградени от различни видове специализирани клетки и междуклетъчно вещество, което се образува в клетките на тъканта. Клетките в тъканите са свързани помежду си, което позволява осъществяването на определена функция. Видовете клетки в тъканите, начинът на тяхното свързване и подреждането им определят тяхната функция покривна, секреторна, защитна, съкратителна, проводна. Всяка тъкан може да изпълнява една или повече функции. Органите в животинския и човешкия организъм (стомах, сърце, бели дробове, бъбреци) се изграждат от различни тъкани, които работят съвместно, като всяка тъкан изпълнява своята функция.

- **<u>Тъканите са изградени от специализирани клетки и междуклетъчно вещество. Клетките в тях имат сходно устройство, произход и функция.</u>**

Основните видове тъкани, които се образуват в зародишното развитие на животните и човека, са четири: епителна, съединителна, мускулна и нервна.

Епителна тъкан

- Тази тъкан е изградена от различни по големина и форма епителни клетки плоски, кубични, призматични, с реснички по тяхната повърхност. Те са плътно свързани помежду си и са подредени в един или повече слоя. В зависимост от функцията, от формата на клетките и от броя на слоевете се различават няколко вида епителна тъкан. Епителна тъкан покрива външната повърхност на тялото и вътрешната повърхност на кухите вътрешни органи стомах, черва, пикочен мехур, и вътрешната повърхност на сърцето и на кръвоносните съдове. В кухините на вътрешните органи епителната тъкан и намиращата се под нея съединителна тъкан образуват лигавица. В лигавицата на въздухоносните пътища много епителни клетки имат на свободната си повърхност реснички, при движението на които се преместват частици прах и микроорганизми, попаднали върху тях.

- Един вид епителна тъкан, наречена жлезиста епителна тъкан, изгражда различните видове жлези, които отделят секрети. Едни жлези отделят секретите си на повърхността на тялото (потни, мастни, млечни) или в кухините на вътрешните органи (слюнчени, стомашни, чревни и др.). Наричат се жлези с външна секреция. Други отделят секрета си в кръвта (хипофиза, щитовидна жлеза и др.). Те са жлези с вътрешна секреция. Има и жлези със смесена функция (задстомашната жлеза).
- Едни видове от епителната тъкан имат защитна за тялото функция предпазват от увреждане лежащите под нея клетки и тъкани. Такава функция изпълняват външният слой на кожата, покривният слой клетки на устната кухина и други.

Съединителна тъкан

- Тя се състои от различни по строеж и функция клетки и голямо количество междуклетъчно вещество. В него се намират влакнести структури колагенови влакна (от белтъка колаген), еластични влакна (от белтъка еластин). Въз основа на броя и видовете клетки, както и на строежа на междуклетъчното вещество се различават няколко вида съединителна тъкан.
- Съединителната тъкан изгражда обвивките на органите (черен дроб, бъбреци, мускули, нерви, кръвоносни съдове и др.), осъществява свързването помежду им, изгражда част от кожата, сухожилията, ставните връзки и др. Костите и хрущялите са изградени от съединителна тъкан с твърдо междуклетъчно вещество. Мастната тъкан е вид съединителна тъкан, чиито клетки са изпълнени с мазнини. Тя е разположена под кожата, около вътрешните органи и в други части на тялото
- Съединителната тъкан има разнообразни функции. Костите и хрущялите изпълняват опорна функция. Тази опора е необходима за извършването на движения. Някои кости имат и защитна функция (черепните кости, ребрата, прешлените), като предпазват различни меки органи (главен и гръбначен мозък, бели дробове, сърце) от увреждане. В състава на кожата съединителната тъкан има също опорна и защитна функция. Обвивките на органите осигуряват еластич ност възможност за изменение на формата и обема (мускули). Мазнините в клетките на мастната тъкан са резерв на енергия и имат значение за топлинна изолация.
- Друг вид съединителна тъкан с течно междуклетъчно вещество е кръвта. Кръвните клетки се намират в кръвна плазма. Кръвта изпълнява транспортна функция, пренасяйки различни вещества и газове. Тя също така защитава организма от микроорганизми и вируси, причиняващи заболявания. Чрез движението й се поддържа постоянна температура на тялото.

Мускулна тъкан

- Клетките на мускулната тъкан съдържат голямо количество съкратителни белтъчни нишки, които осъществяват основната им функция съкращение. Тези клетки са силно удължени и се наричат мускулни влакна. Според строежа на мускулните клетки и тяхното местоположение се различават три вида мускулна тъкан: скелетна, гладка и сърдечна). Мускулните влакна се възбуждат под влияние на дразнители (нервни импулси, електричен ток, механичен удар), в резултат на което те се съкращават (свиват).

- Скелетната мускулна тъкан е изградена от дълги, многоядрени клетки. Под микроскоп се вижда, че те са напречно набраздени, поради специфично подреждане на съкратителните белтъчни нишки. Тези мускулни влакна изграждат скелетните мускули. Съкращенията на скелетната мускулна тъкан са волеви те настъпват според желанието на човека, по неговата воля.

- Гладката мускулна тъкан се състои от по-къси вретеновидни клетки. Под микроскоп те изглеждат гладки, без напречна набразденост. Това се дължи на липсата на специфично подредени съкратителни белтъчни нишки. Гладките мускулни клетки участват в изграждането на стените на кухите вътрешни органи стомах, черва, пикочен мехур, матка, и на стената на кръвоносните съдове. Съкращенията на гладката мускулна тъкан не са волеви не се извършват по волята на човека.

- Сърдечната мускулна тъкан е изградена от напречнонабраздени клетки. Те са много по къси от тези на скелетната мускулна тъкан. Клетките на сърдечната мускулна тъкан са свързани помежду си чрез особени дискове. През тях може да се предава от една на друга клетка сигнал за съкращаване. Тези клетки изграждат сърдечната мускулатура миокарда . Съкращенията на тази тъкан осигуряват дейността на сърцето, която е неволева.

Нервна тъкан

- Тя е изградена от нервни клетки неврони и глиални клетки (глия). От нервна тъкан са изградени главният и гръбначният мозък, както и нервните възли и нервите в тялото.

- Невроните имат тяло, от което излизат множество къси разклонени израстъци, наречени дендрити, и един дълъг израстък аксон, който също се разклонява в края си. Неговата дължина при някои неврони достига десетки сантиметри, дори повече от 1 м. Повечето аксони са покрити с обвивка от миелин (миелинова обвивка), която съдържа главно липиди. На много места в нервната система има аксони, които нямат миелинова обвивка. Съществуват различни по структура и функция видове неврони.

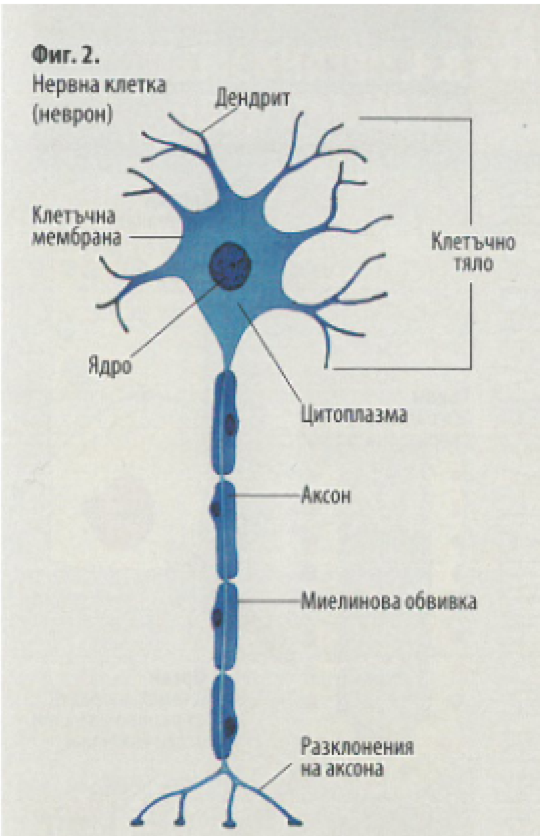
- Под влияние на дразнители невроните се възбуждат, при което в клетъчната мембрана възникват сигнали нервни импулси. Импулсите се провеждат по мембраната като електричен ток. Миелиновата обвивка на аксоните ускорява провеждането. Невроните са свързани помежду си във вериги. Нервните импулси възникват първоначално в рецепторни нервни клетки под влияние на дразнители от околната среда или от вътрешната среда на организма. Дразнителите могат да бъдат най-различни механични, температурни, химични, светлинни, звукови. След това импулсите се провеждат по невронни вериги, като се предават от неврон на неврон. В края на невронните вериги се намират мускули или жлези, върху които действат импулсите. В резултат на това се извършва мускулно съкращение (движение) или се отделя секрет (секреция). В главния мозък веригите от неврони осъществяват редица функции: емоции, поведение, обучение, запомняне, мотивация, сън, говор, писане и други.

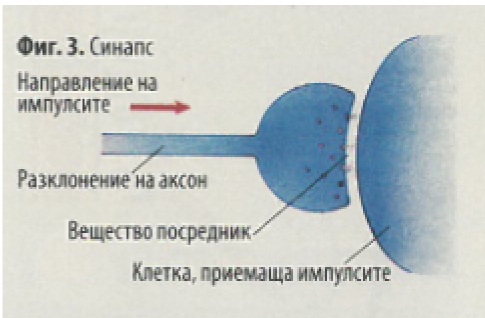
- Предаването на нервните импулси от неврон на неврон и от неврон на мускулна клетка става чрез специални структури, наречени синапси. Те се образуват от мембраната на крайната част на аксона и участък от мембраната на следващата клетка. Между двете мембрани има тясно междуклетъчно пространство. От аксона на неврона, по който преминават импулсите, в това пространство се отделя химично вещество, наречено посредник (медиатор). То се свързва с мембраната на следващата клетка, в резултат на което тя се възбужда. Така чрез синапсите се предават нервните импулси от неврон на неврон или на мускулна клетка.

- Глиалните клетки са много повече от невроните. Те са няколко вида и изпълняват различни функции: служат за механична опора на невроните, поемат различни вещества от междуклетъчното пространство, образуват миелиновата обвивка, поглъщат и разрушават мъртви нервни клетки. Мускулната и нервната тъкан притежават свойството възбудимост (да се възбуждат от дразнители) и проводимост (да провеждат възбуждането). За мускулната тъкан е характерно и свойството съкратимост.

- **Мускулната и нервната тъкан позволяват организмът да се ориентира в средата, да възприема нейните промени и да реагира на тях по най-подходящия начин.**

Схеми на синапс и нервна клетка





Храносмилателна система

Храносмилателна система и храносмилане

- Храносмилателната система е система от органи: устна кухина, гълтач, хранопровод, стомах, тънко и дебело черво, слюнчени жлези, черен дроб и задстомашна жлеза. Те осъществяват преработката на храната и всмукването на веществата.

- Разграждането на хранителните вещества протича в процеса храносмилане, който се осъществява чрез храносмилателните органи, изграждащи храносмилателната система. Тя представлява дълга извита тръба с няколко разширени и стеснени участъка - започва с устната кухина, продължава в гълтач, хранопровод, стомах, тънко черво, дебело черво и завършва с анус. По нейната дължина има множество малки и големи храносмилателни жлези, които изливат в нея секрет (вода, соли, ензими, слуз), подпомагащ разграждането.

- Храносмилателният канал (тръба) има трислойна стена. От вътрешната ѝ страна е разположена лигавица, над нея гладка мускулатура, а отвън съединителна тъкан. По дължината на канала изливат секрета си големите храносмилателни жлези големи слюнчени жлези, черен дроб и задстомашна жлеза.

- Храносмилането включва механична и химична обработка на храната. При механичната храната се раздробява на малки късчета, овлажнява се и се разтваря в секретите на храносмилателните жлези. Това силно облекчава следващата химична обработка (увеличава се общата повърхност на частиците). При нея хранителните вещества се разграждат чрез химични реакции под действието на ензими на секретите.

- Храносмилането се извършва в устната кухина, в стомаха и червата. Храносмилане в устната кухина. Храната попада най-напред в устната кухина, където са разположени зъбите и езикът. Чрез тези органи храната се смила механично.

Зъби, език и лигавица на устната кухина

- Зъбите са твърди, здрави образувания, подредени върху горната и долната челюст. Част от зъба лежи във вдлъбнатина на челюстта и се нарича корен, а друга част, която се вижда, се нарича корона. Тя е покрита с емайл най-твърдото вещество в тялото. Под емайла се намира слой от твърдо костно-подобно вещество - дентин. Под дентина са разположени кухина и канал, запълнени с пулпа. Тя съдържа нерви и кръвоносни съдове. Чрез кръвта зъбът се снабдява с хранителни вещества и кислород.

- Човекът, както всички бозайници, има различни видове зъби, общо 32 (4 резеца, зад тях от всяка страна следват по 1 кучешки зъб, по 2 предкътника и по 3 кътника). Резците и кучешките зъби служат за отхапване и разкъсване на храната, а кътниците за раздробяване и стриване. Тези зъби израстват постепенно от 6-7 до 11-12-годишна възраст и се наричат постоянни. Последните 4 кътника, наречени мъдреци, израстват чак след 17-18-годишна възраст.

- В детска възраст човек има млечни зъби. Те са само 20 и израстват от 6-месечна до 30-месечна възраст. По-късно падат и се подменят с постоянните

- Лигавицата на устната кухина е осеяна с малки слюнчени жлези, а около устната кухина са разположени три чифта големи слюнчени жлези по две околоушни, подчелюстни и подезични. Те отделят храносмилателен сок слюнка, чрез който храната се овлажнява и хранителните вещества се разтварят. Слюнката съдържа ензим амилаза, с която се осъществява разграждането на скорбялата до проста захар глюкоза.

- Езикът е мускулест орган, прикрепен към дъното на устната кухина. По горната му повърхност са разположени брадавички, съдържащи вкусови луковици. Действайки върху тях, храната предизвиква - усещания за вкус сладко, солено, горчиво, кисело. Езикът е много подвижен. Той е изграден от напречно набраздени мускули, които се съкращават волево. Неговите движения подпомагат пълното раздробяване на храната, смесването със слюнката и оформянето на хапка, както и придвижването към гълтача. Освен това той участва в образуването на говора.

Гълтач и хранопровод

- Гълтач. Той свързва устната кухина с хранопровода. Стените му са изградени от напречно набраздена мускулатура, която при съкращение изтласква хапката в хранопровода. В гълтача се срещат в общо пространство храната и дихателният въздух. При гълтане въздухоносните пътища към носа и трахеята се затварят заради повдигане на гръкляна нагоре. Това не позволява попадане на храна в тях и задавяне.

- Хранопровод. Той отвежда храната в стомаха. Представлява тръба, дълга около 25 cm, която преминава зад трахеята, през гръдната кухина, през диафрагмата и се отваря в стомаха. При покой хранопроводът е свит стените му плътно прилягат, а когато в него попадне храна, мускулатурата му се съкращава последователно отгоре надолу (перисталтично) и хапката се изтласква. По-твърдата храна преминава през хранопровода за няколко секунди, а течностите - само за 1.

Стомах

- Стомахът представлява голямо торбовидно разширение на храносмилателния канал, разположено в коремната кухина под диафрагмата. Входът му е свързан с хранопровода, а изходът с началото на тънкото черво. На изхода се намира кръгъл мускул сфинктер, който при съкращение не позволява преминаване на храна в тънкото черво. Лигавицата на стомашната стена е нагъната и осеяна с малки жлезички, които образуват стомашен смилателен сок и го отделят в стомашната кухина. Смилателният сок съдържа пепсин ензим, под чието действие започва разграждането на белтъците в храната.

- Пепсинът разгражда белтъците до по-къси вериги от аминокиселини. Той е активен само в кисела среда. В стомашния сок се съдържа солна киселина, която

активира пепсина, и слуз, предпазваща стомашните клетки от солната киселина. Тя унищожава бактерии, попаднали в храната, и така предпазва храносмилателния канал от инфекции.

- Стомашната стена има силно развит слой от гладки мускули, чиито Съкращения подпомагат смесването на стомашния сок с храната и улесняват действието на ензима. При запълнен стомах периодично възникват последователни съкращения и отпускания на мускулните влакна от входа към изхода на стомаха перисталтика. Чрез тях храната бавно се придвижва към тънкото черво. В стомаха храната престоява 3-4h и, ако е отворен сфинктерът, преминава в тънкото черво

Тънко и дебело черво. Всмукване

- Тънкото черво е много дълго (5-7 м), тясно и запълва голяма част от коремната кухина. Началната му част е с дължина от около 12 напречно разположени пръста и се нарича дванадесетопръстник. Той има голямо физиологично значение, тъй като в него се изливат секретът на задстомашната жлеза и жлъчният сок от черния дроб. По цялата дължина на тънкото черво лигавицата е силно нагъната и осеяна с малки жлези, секретиращи чревен смилателен сок. Той съдържа малко количество разнообразни ензими, участващи в разграждането на въглехидратите, белтъците и мазнините. С тяхна помощ се довършва храносмилането. Така основните хранителни вещества се превръщат изцяло в малки молекули, които организмът може да усвои

- Несмляната част от храната не може да се всмукне от тънкото черво и попада в дебелото черво. На изхода на тънкото черво се намира сфинктер, който периодично пропуска съдържанието на червото. Дебелото черво е дълго около 1,5 т и е значително по-широко от тънкото. В него се всмукват само вода и соли. То започва със „сляп" участък, който има малък израстък - апендикс. В дебелото черво живеят много безвредни бактерии, предизвикващи гниене на някои хранителни остатъци, при което се образуват газове. Дебелото черво също извършва перисталтични движения, които осигуряват изхвърлянето на остатъците от храната през ануса. Около ануса са разположени сфинктери, които извеждат остатъците от неусвоените вещества.

- Получените в храносмилането прости захари, аминокиселини, мастни киселини и глицерол лесно преминават през епителните клетки на лигавицата на тънкото черво и попадат в кръвта и лимфата. Този процес се нарича всмукване. Лигавицата образува милиони власинки образувания от епителни клетки, съединителна тъкан и мускулни влакна. В тях се намират кръвоносни и лимфни съдове. Власинките могат да се съкращават и отпускат. Те всмукват вещества, които преминават през епителните клетки и попадат в кръвоносните съдове. Само част от мастните киселини попадат в лимфните съдове. Власинките увеличават многократно повърхността на червото, с което всмукването силно се повишава.

- В зависимост от постъпването на храната в тънкото черво неговата мускулатура периодично се съкращава и отпуска, при което храната се размесва с

храносмилателните сокове. Подобно на стомаха чревната перисталтика постепенно изтласква неусвоената храна по посока на дебелото черво

Задстомашна жлеза

- В нея се изработва смилателен сок с различни ензими, с чиято помощ се извършва пълното разграждане на хранителните вещества. Ензимът трипсин разгражда белтъците до по-малки молекули. Други ензими ги разграждат до аминокиселини. Въглехидратите се разграждат от амилаза и други ензими до прости захари. Ензимът липаза разгражда мазнините до мастни киселини и глицерол.

- Тези ензими са активни само в слабо алкална среда. Сокът на задстомашната жлеза е алкален, неутрализира солната киселина, постъпила от стомаха, и алкализира средата.

Черен дроб (като част от храносмилателната система)

- Това е най-голямата жлеза в човешкото тяло. Намира се до стомаха, в дясната част на коремната кухина. Изпълнява различни функции, част от които са свързани с храносмилането. В неговите клетки се образува жлъчен сок (жлъчка), който се събира в жлъчен мехур. Оттам се излива в дванадесетопръстника само при постъпване на храна от стомаха. Жлъчният сок представлява златисто зеленикава течност, съдържаща жлъчни киселини и жлъчни пигменти, но не и ензими. Той подпомага разграждането на мазнините под влияние на задстомашната липаза, като раздробява големите мастни капки в храната на много дребни капчици. Така се увеличава общата повърхност на мазнините и се подпомага действието на ензима липаза.

- Жлъчните пигменти се получават от разграждането на хемоглобина на остарелите червени кръвни клетки. Тези пигменти не са необходими на организма и се изхвърлят чрез храносмилателния канал.

Дихателна система

- Дихателната система се състои от дихателни пътища, покрити с лигавица нос, горна и средна част на гълтача, гръклян, трахея, бронхи, бронхиоли и бели дробове.

- Чрез нея се осъществява газовата обмяна в организма приемане на О, и отделяне на CO2. В резултат на газовата обмяна се поддържа постоянството на телесната температура и на водното съдържание в организма.

Нос

- Нос - орган, чрез който се вдишва и издишва въздух. Състои се от външен нос и носна кухина. Външният нос е образуван от горночелюстните кости, носните кости и хрущяли. Хрущялите оформят два отвора ноздри, които са постоянно отворени и през които се вдишва атмосферният въздух. Те свързват дихателните пътища с външната среда. Отвътре ноздрите са покрити с кожа, по която има косми и мастни жлези.

- Носната кухина е разделена чрез отвесна костна и хрущялна преграда на лява и дясна половина. Всяка носна половина чрез напречни непълни прегради се разделя на ходове, в които се отварят кухини (синуси) на няколко кости. Носната кухина е покрита с ресничест епител. Космите и ресничките са важни приспособления за очистване на вдишвания въздух от прашинки и микроорганизми. Те полепват по епитела, който се овлажнява от специални слузни жлези, разположени в него. Слъзния секрет овлажнява вдишвания въздух. Носната кухина е богата на кръвоносни съдове, които затоплят въздуха

- Дишането през носа е от важно значение, тъй като при него въздухът преминава през носната кухина, където се пречиства, овлажнява и затопля.

Гълтач и гръклян

- Зад носната кухина се намира горната част на гълтача (фаринкс) - носоглътка. В нея се намират някои от сливиците (третата), в които има голям брой лимфоцити. Те изпълняват защитна функция, тъй като съдържат клетки, които унищожават болестотворните микроорганизми. В средната част на гълтача се кръстосват дихателният и храносмилателният път. Долната част на гълтача се свързва с гръкляна

- Гръклян (ларинкс). Той е разположен в предната част на шията. Изграден е от хрущяли, мускули и ресничест епител. Най-голям е щитовидният хрущял. Той има формата на щит и е по-силно изпъкнал при мъжете (адамова ябълка).

- Отгоре върху гръкляна се намира хрущялно капаче надгръклянник (епиглотис). При преглъщането то затваря входа на гръкляна и в него не навлиза храна.

- В най-тясната средна част на гръкляна се намират гласовите връзки, между които има цепковиден отвор. Гласът се получава от трептенията на гласовите връзки, предизвикани от преминаващия при издишване въздух. Всеки глас се характеризира с определена сила, височина и тембър. Произнасянето на звуковете е съпроводено с бърза смяна на формата и големината на гласовата цепка. В този процес вземат участие също зъбите, венците, бузите, устните, езикът и небцето

Трахея

- От гръкляна въздухът навлиза в тръба с дължина 12 см, която се нарича трахея. Образувана е от хрущялни полупръстени, обърнати с отворената си част назад към хранопровода. Те държат трахеята винаги отворена. Хрущялните полупръстени са свързани с еластични влакна. Това позволява на трахеята да се удължава при преглъщане или да се извива при движение на главата. Трахеята е покрита с ресничест епител, богат на слузни жлези. Движението на ресничките е насочено навън към устата, благодарение на което попадналите в нея прашинки и бактерии се отстраняват от дихателните пътища.

- В долния край трахеята се разделя на два бронха. Те имат същия строеж. Всеки бронх навлиза в съответния бял дроб (ляв и десен), където се разклонява

дървовидно на по-малки бронхи, а те пък от своя страна на още по-малки клончета бронхиоли. Те нямат хрущялни пластинки, а стената им е изградена от гладка мускулна тъкан. Трахеята, бронхите и бронхиолите образуват бронхиалното дърво, чрез което се пренася вдишаният и издишаният въздух до белия дроб.

Бели дробове

- Основните дихателни органи са разположени в гръдния кош. Между тях се намират сърцето и големите кръвоносни съдове. Основата им лежи върху диафрагмата, а заоблените им ете върхове се издигат 2-3 ст над ключиците. В белите дробове влизат бронхите, белодробната артерия, а излизат белодробните вени и лимфни съдове. Левият бял дроб е по-малък от десния, тъй като в долната му част има вдлъбнатина, в която е разположено сърцето.

- Най-малките бронхиоли завършват с разширения, съставени от Тънкостенни белодробни мехурчета алвеоли. Стените им са изградени от епителни клетки, външната страна на които е покрита с гъста мрежа от кръвоносни капиляри. Общата повърхност на алвеолите (дихателната повърхност) е около 50-100 $м^2$.

- Поради извънредно тънката стена на алвеолите се създават благоприятни условия за преминаване на О2, СО2, а също и на водни пари, пари на алкохол и други газообразни вещества.

- Отвън белите дробове са обвити с тънка ципа - плевра. Тя се състои от два листа. Единият вътрешният, плътно прилепва към белите дробове (белодробна плевра), а другият външният, покрива Вътрешната повърхност на гръдния кош (пристенна плевра). Между двете плеври остава малко пространство, изпълнено с течност. Тя улеснява движението на белите дробове при дишане, като намалява триенето между двете плеври.

Дишане. Вдишване и издишване

- В човешкия организъм съществува равновесие между количеството на получената и изразходваната енергия. За доставката на енергия в организма е необходим непрекъснат приток на О2, към клетките. Той участва в окислителните процеси, които се извършват в тях. В тези процеси се окисляват хранителни вещества, при което се освобождава енергия. При окислението на веществата в клетките се отделя СО2, който трябва да бъде отстранен, защото е вреден за организма.
- Набавянето на О2, и отстраняването на СО2, газовата обмяна, се осъществява чрез дихателните движения. Атмосферен въздух постъпва в белите дробове при вдишване, а се изнася от белите дробове при издишване.

- Вдишването е активен процес, защото се извършва в резултат от съкращението на междуребрените мускули и диафрагмата. При вдишване ребрата се повдигат, а диафрагмата се спуска към коремната кухина обемът на гръдния кош се увеличава. Гръдната стена увлича прикрепената към нея пристенна плевра, а тя претегля белодробната плевра. Това е възможно, тъй като налягането между

двете плеври е по-ниско от това в белите дробове. В резултат белите дробове се разширяват и се изпълват с въздух , който доставя O_2

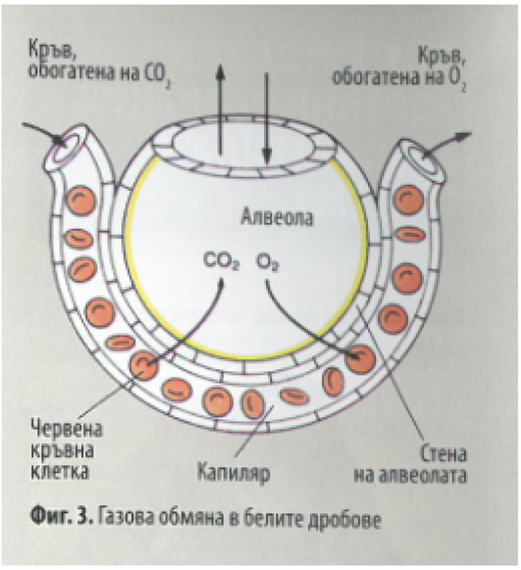
- Издишването е пасивен процес, при който ребрата се отпускат надолу поради отпускане на междуребрените мускули и диафрагмата и по силата на тежестта и еластичността на стената на гръдния кош и белите дробове. Диафрагмата се издига към гръдната кухина. В резултат обемът на гръдния кош намалява и въздухът излиза от белите дробове. При дълбоко издишване се включват и съкраще ния на допълнителни мускули гръдни, коремни и шийни. Така се извежда от организма CO_2

Обмяна на газовете в белите дробове и тъканите

- Газова обмяна в белите дробове. Кислородът от атмосферния въздух преминава през стената на алвеолите и през стената на капилярите, които ги обхващат. Така O, попада в кръвта, а CO, от кръвта се придвижва в обратна посока към кухините на алвеолите и се та хвърля в издишвания въздух. Двата газа преминават чрез дифузия от място, където съдържанието им е по-високо, към място, където то е по-ниско. Важни фактори за тяхната нормална обмяна са влажната вътрешна повърхност на алвеолите и пропускливостта на стените.

- Кислородът се пренася от червените кръвни клетки, след като се свърже с хемоглобина в оксихемоглобин, а CO_2, се получава от разграждането главно на въглеродната киселина и нейна сол, и на карбаминохемоглобин, намиращи се в кръвната плазма. Така в белите дробове венозната кръв се превръща в артериална.

- Газова обмяна в тъканите. В тъканите кислородът се освобождава от оксихемоглобина и преминава през капилярните стени в тъканната течност, а оттам през клетъчните мембрани в клетките, и се включва в окислителните процеси. Транспортът на CO_2, се извършва по обратния път, като в кръвта той образува главно въглеродна киселина и нейна сол. Малка част от CO_2, се свързва с хемоглобина, като се образува карбаминохемоглобин. В тъканите двата газа се обменят също чрез дифузия. Така артериалната кръв в тъканите се превръща във венозна.



Фиг. 3. Газова обмяна в белите дробове

Регулиране на дишането

- Дихателната дейност се регулира по нервен път - чрез рефлекси и по хуморален път.

- Хуморалната регулация се осъществява от CO2,. Когато съдържанието му в кръвта се повиши, специални рецептори в сънната артерия изпращат информация до дихателния център в продълговатия - мозък и той се възбужда. Дихателният център се възбужда и директно от повишената концентрация на CO2, в кръвта и изпраща команди - (импулси) за съкращение на междуребрените мускули и диафрагмата. Настъпва вдишване.

- Нервната регулация се извършва по рефлексен път. Когато белите дробове се разширят, по рефлексен път се прекратява вдишването следва издишване. Така вдишването предизвиква издишване. До дихателния център достигат импулси от различни рецептори - болкови, температурни, рецептори в мускулите, сухожилията и ставите. Те могат да променят дихателната честота и така да регулират Дишането по нервен път. Дразненето на лигавицата на дихателните пътища предизвиква кихане и кашляне, които са защитни дихателни рефлекси.

Отделителна система

- Отделителната система включва отделителните органи бъбреци, пикочопроводи, пикочен мехур и пикочен канал. Тя отстранява от организма непотребните вещества.

- Отделителната система, главно бъбреците участват в поддържането на хомеостазата, като отделят в урината крайни продукти на обмяната на белтъците - урея, пикочна киселина, амоняк, отделят в урината излишната вода и соли; подпомагат поддържането на определена киселинност в кръвта и тъканите; подпомагат поддръжката на нормално кръвно налягане.

Бъбреци разположение, размери, бъбречни пирамиди

- Те са основен орган на отделителната система. Тяхната функция е отделяне на непотребните вещества от организма и поддържане на постоянството на химичния състав на неговата вътрешна течна среда (хомеостазата). В бъбреците се образува урина, която представлява воден разтвор на непотребните вещества.

- Бъбреците са чифтен орган с бобовидна форма с дължина около 12 см и ширина около 6 см,. Тежат общо около 300 г. Разположени са върху задната коремна стена на равнището на 12-и гръден и 1/2-ри поясен прешлен. Обвити са с мастна капсула, която има значение за прикрепването им и за защита от удари и сътресения. Бъбреците са богато кръвоснабдени, през тях преминава около 170 литра кръв за денонощие. Във вдлъбнатина по средата на бъбрека в него навлиза бъбречната артерия, която се разклонява в множество артериоли и капиляри. От тази вдлъбнатина излиза бъбречната вена. При надлъжен разрез на бъбрека се различават два слоя: външен, с дебелина 4-5 мм кора, и вътрешен сърцевина. Сърцевината се състои от бъбречни пирамиди, които са обърнати с основата си към кората, а с върха си се отварят в бъбречно легенче. В него се събира урината и се отвежда в пикочопроводите.

Нефрон - устройство, образуване на урината

- Основна структурна и функционална единица на бъбреците е нефронът. Той е микроскопично тръбесто образувание. В бъбрека има около 2 млн. нефрона. Нефронът се състои от капилярно кълбце, обвиваща го капсула и извито каналче, което започва от капсулата. Капилярното кълбце е свързано с входяща и изходяща артериола.

- В нефрона се извършват три процеса: филтрация, обратно всмукване и секреция.

- През стената на капилярите в кълбцето и капсулата се извършва филтрация на кръвната плазма. Тя се осъществява благодарение на по-високото кръвно налягане в кълбцето, тъй като входящата артериола е по-широка от изходящата. При филтрацията вещества с малка молекулна маса и вода преминават от капилярите на кълбцето в кухината на капсулата и оттам в извитото каналче. Филтратът на кръвната плазма (първична урина) съдържа вода, минерални соли ($NaCl$), глюкоза, аминокиселини, урея и други. Белтъците от кръвната плазма не могат да преминат в него поради високата им молекулна маса.

- Филтратът съдържа редица полезни вещества за организма като вода, соли, глюкоза, аминокиселини. Те се връщат в кръвта при обратното всмукване през стената на извитото каналче, при което се образува крайна урина в неговата кухина. За това спомага гъстата капилярна мрежа, която обхваща извитото каналче. Урината съдържа само вода, соли, урея и пикочна киселина. Обемът ѝ е около 1,5 на денонощие.

- През стената на бъбречните каналчета се отделят в урината чрез секреция някои от приетите лекарства, амоняк и други вещества. Урината, образувана във всички нефрони на бъбрека, се влива в бъбречното легенче и оттам преминава в пикочопроводите. Те я отвеждат в пикочния мехур.

Пикочопроводи, пикочен мехур, пикочен канал. Регулиране на отделянето

- Пикочопроводи. Те са дълги около 30 cm с диаметър около 8 мм. Стената им съдържа гладка мускулна тъкан. Мускулният слой, благодарение на перисталтични съкращения, подпомага движението на урината към пикочния мехур.

- Пикочен мехур. Той е кух мускулест орган с резервоарна функция, в който се събира урината . Стената му съдържа гладка мускулна тъкан, която при съкращение изхвърля урината. Разположен е в малкия таз. Има три отвора, чрез които е свързан с пикочопроводите и пикочния канал. Около пикочния канал е разположен кръгов мускул - сфинктер, който регулира отварянето и затварянето му, а с това и изхвърлянето на урината.

- Регулация. Образуването на урината в бъбреците зависи от кръвното налягане повишаването му увеличава обема на урината. От хипофизата се отделя хормон, който повишава обратното всмукване на вода в извитото каналче. От надбъбречната жлеза се секретира друг хормон, който повишава обратното всмукване на соли в същотото каналче. Чрез тези два хормона организмът запазва необходимата му вода и соли.

Сърдечно-съдова система

- Сърдечно-съдовата система е обединение на органи, които осигуряват движението на кръвта и лимфата в човешкия организъм. Така те могат да изпълняват функциите си.

- Сърдечно-съдовата система е съставена от централен орган сърце, и тръбести образувания (кръвоносни и лимфни съдове), изпълнени с циркулираща течност (кръв или лимфа). Тя се разделя на два отдела, които се обозначават като системи: кръвоносна и лимфна. Кръвоносната система се състои от сърце, артерии, капиляри и вени.

Сърце

- Сърцето представлява кух мускулест орган, който извършва ритмични съкращения, редуващи се с отпускания. Така се привежда в движение кръвта, намираща се в кръвоносните съдове, които са кухи, тръбести образувания. Сърцето е разположено в гръдния кош между двата бели дроба. По-голямата му част лежи отляво на срединната равнина на тялото. Сърцето има форма на неправилен конус, насочен с върха си надолу и наляво. Теглото на сърцето при мъжа е средно 300 г, а при жената - 220 г.

- Сърцето на човека е четириделно съдържа две предсърдия и две камери. Чрез мускулна преграда то се разделя на две половини лява и дясна. През дясната преминава венозна кръв. През лявата преминава артериална кръв.

- Предсърдията се свързват с камерите чрез отвори, в които са разположени предсърдно-камерни клапи. При съкращение на камерната мускулатура

налягането в камерите рязко се повишава и клапите плътно се затварят. Клапите позволяват на кръвта да се движи само в една посока от предсърдията към камерите, без да се връща обратно в предсърдията.

- В началото на големите кръвоносни съдове, излизащи от камерите, се намират полулунни клапи, които пропускат кръвта само в посока към съдовете и не позволяват тя да се върне обратно в камерите.

- Активната дейност на сърцето се осъществява от неговата стена. Тя е изградена от три слоя епикард, миокард и ендокард. Най-дебел е средният слой миокардът, който съдържа сърдечната мускулатура!

- От вътрешната страна на миокарда се разполага ендокардът - изграден от епител. Той изолира миокарда от кръвта в сърдечните кухини. От външната страна на миокарда е разположена съединителнотъканна обвивка епикард. Епикардът е вътрешният слой на околосърдечната двуслойна торбичка - перикард. Между двата листа на перикарда се намира течност, която намалява триенето при работа на сърцето.

Кръвоносни съдове

- Кръвоносни съдове. Сърцето е свързано с големите кръвоносни съдове. От лявата камера излиза най-големият кръвоносен съд аортата. Нейните разклонения достигат до всички части на тялото. Венозната кръв от цялото тяло се влива в дясното предсърдие чрез горната и долната куха вена. Горната куха вена събира венозната кръв от главата, горните крайници и горната част на тялото, а долната от долната част на тялото и долните крайници. Така се образува големият кръг на кръвообращение.

- От дясната камера излиза белодробната артерия. Тя изнася венозна кръв от сърцето и я отвежда до белите дробове, където се насища с O_2. В лявото предсърдие се вливат четири по-малки съда - белодробните вени. Те внасят в сърцето артериална кръв, обогатена на O_2 в белите дробове. Така се образува малкият кръг на кръвообращението

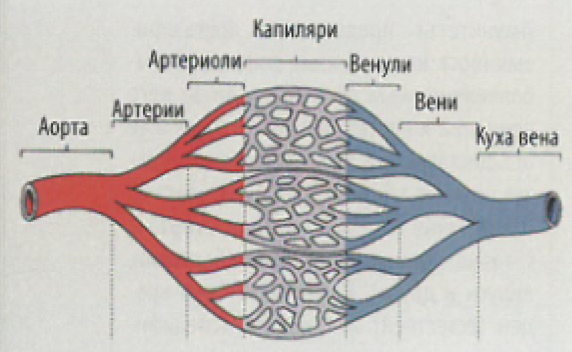
- Кръвоснабдяване на сърдечната стена. То се извършва от две венечни (коронарни) артерии, които като венец (корона) обгръщат сърцето. Сърдечният мускул извършва огромна работа, за която се нуждае от голямо количество енергия, съответно от O_2. При нормални условия сърцето поглъща около 10% от O_2, който постъпва в организма.

- Кръвоносните съдове са: артерии, артериоли, капиляри, венули и вени. Артериите са кръвоносни съдове, които изнасят кръвта от сърцето и я отвеждат до всички органи и тъкани. В органите и тъканите те се разклоняват на по-малки кръвоносни съдове артериоли, които преминават в капиляри. Кръвта от капилярите преминава в малки вени венули, а те се събират в по-големи вени. Вените са кръвоносни съдове, по които тече кръв към сърцето.

- Артериите имат значително по-дебела стена в сравнение с вените. Това е свързано с високото кръвно налягане в тях. Стената е изградена от три слоя: вътрешен от еднослоен епител, среден от гладка мускулатура, и външен от съединителна тъкан. Венозната стена съдържа същите три слоя, но много по-малко мускулни клетки.

- Повечето от вените притежават джобовидни клапи, които не позволяват връщане на кръвта обратно и подпомагат движението й към сърцето.

- Капилярите са изградени от един слой епителни клетки, през които се извършва преносът на газове и вещества. Те образуват гъста мрежа във всички органи и тъкани, имат малък Диаметър, но голяма обща повърхност.



Фиг. 3. Кръвоносни съдове

Вътрешна течна среда

- Човешкият организъм е отворена система, която непрекъснато извършва обмяна на вещества и енергия с околната среда. Въпреки промените на околната среда в човешкото тяло се поддържа относително постоянство (хомеостаза) на вътрешните условия, при които функционира човешкият организъм.

- Основно значение за поддържането на хомеостазата в организма има неговата вътрешна течна среда. Тя е образувана от кръвта, лимфата и тъканната течност.

- Кръвта се състои от кръвна плазма течна част, и кръвни клетки червени кръвни клетки (еритроцити), бели кръвни клетки (левкоцити) и кръвни плочици (тромбоцити).

- Лимфата е течност, близка по състав до кръвта, но по-богата на мазнини и 3-4 пъти по-бедна на белтъци. В нея има клетки лимфоцити (вид левкоцити).

- Тъканната течност осигурява връзката на кръвта с клетките. Получава се вследствие на филтрирането на кръвната плазма през тънките стени на капилярите и се намира в междуклетъчните пространства. Тъканната течност има основно значение при обмяната на веществата между кръвта и клетките. Тя може да се наблюдава при одраскване на кожата като прозрачни, бледо жълтеникави капчици, както и в мехурите при изгаряне.

Кръвна плазма

- Кръвната плазма представлява жълтеникава прозрачна течност. Тя съставлява около 55% от кръвта и съдържа 90-92% вода, 8% органични вещества главно белтъци, аминокиселини, глюкоза, мазнини, витамини, хормони и други, и 0,9% минерални соли. Поддържането на постоянния състав на кръвната плазма е от жизненоважно значение. Промяната в концентрацията на солите, глюкозата и други води до нарушения в структурата и функцията на кръвните клетки.

Еритроцити и хемоглобин

- Еритроцити. При човека те са клетки без ядро и цитоплазмени органели. Те имат клетъчна мембрана, през която могат да преминават газове и йони. Еритроцитите имат форма на двойно вдлъбнат диск, което увеличава повърхността им и дава възможност за преминаване на повече кислород. Размерите им са малки, а броят им е голям (около 5 млн. в 1 $мм^3$ кръв). Това определя голяма обща повърхност, превишаваща 1500 пъти повърхността на тялото.

- Хемоглобинът е 90% от органичното вещество на еритроцитите. Той е белтък, съдържащ железен йон. Останалите 10% включват други органични вещества и минерални соли.

- Голямата обща повърхност на еритроцитите и високото съдържание на хемоглобин в тях способстват за извършването на основната им функция в организма пренос на кислород и въглероден диоксид.

- Хемоглобинът лесно (обратимо) се свързва с кислорода в белите дробове и образува оксихемоглобин. Артериалната кръв съдържа оксихемоглобин и има алено червен цвят. Тя разнася оксихемоглобина до всички клетки, където той се разгражда до хемоглобин и кислород, който клетките използват. Венозната кръв е бедна на оксихемоглобин и е с винено червен цвят. Хемоглобинът в нея пренася част от въглеродния диоксид от клетките до белите дробове, като образува (обратимо) карбаминохемоглобин. В белите дробове той се разгражда до хемоглобин и въглероден диоксид.

- С газа въглероден оксид хемоглобинът образува карбоксихемоглобин, който е много трайно съединение. Блокирането на хемоглобина в карбоксихемоглобин е много опасно. Поради високото съдържание на въглероден оксид в тютюневия дим при пушачите могат да настъпят неблагоприятни промени в сърдечно-съдовата и нервната система.

- Мембраната на еритроцитите лесно се разрушава в среда с висока концентрация на алкохол, при ниска концентрация на минерални соли, под действие на змийска отрова или на някои отровни гъби. Такъв процес се нарича хемолиза.

- Еритроцитите се образуват в костния мозък, който е основен кръвотворен орган. За образуването им голямо значение има приемането на храни, съдържащи желязо и витамин B12

- Еритроцитите живеят около 120 дни, след което се разрушават в черния дроб и слезката. Количеството им в кръвта може да се променя под влияние на различни фактори. При кислороден глад броят им се увеличава, както и количеството на хемоглобина в тях. Така при продължително престояване на голяма надморска височина, където въздухът е беден на кислород, се засилва образуването на еритроцити, с което се осигурява необходимото коли

Кръвни групи (АВО)

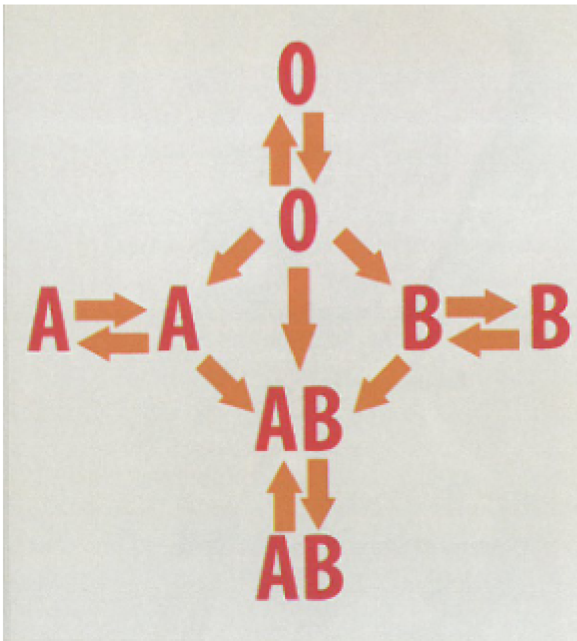
- Еритроцитите на хората не са еднакви. При едни индивиди в еритроцитите се съдържа специфично вещество фактор А, при други фактор В, при трети и двата фактора, а при четвърти нито един от тях. Това разпределя хората в 4 кръвни групи, наречени А, В, АВ и О. Тези фактори се унаследяват. Всеки от двата фактора (А или В) може да взаимодейства специфично с белтъци на кръвната плазма, означени с алфа и бета. При взаимодействието на А с алфа или В с бета, еритроцитите бързо се слепват (аглутинират) и не могат да изпълняват функциите си. Затова в кръвната плазма на хората от четирите кръвни групи не се съдържа опасен" белтък.

- Еритроцитите съдържат също и друго специфично вещество резус-фактор (Rh-фактор). Той се среща в около 85% от хората. Такива хора се означават като резус-положителни (Rh+), а останалите 15% - като резус-отрицателни (Rh-). Ако кръв на човек, съдържаща този фактор, се прелее на друг, в чиято кръв той липсва, се предизвиква образуването на плазмен белтък срещу фактора и повторно преливане на такава кръв може да причини смърт. Rh-факторът играе съществена роля при бременност. Ако майката е резус-отрицателна, а плодът резус-положителен, в кръвта на майката се образува също такъв плазмен белтък, който може да причини тежки нарушения в кръвта на новороденото или да е причина за мъртвородено дете.

Схеми за определяне на кръвни групи и правило за кръвопреливане

- При загуба на кръв в по-големи количества (над 0,5 л) в резултат на злополука, хирургическа операция и други, за да бъде спасен човек, се налага да му се прелее кръв от друг човек (кръводарител), но обезателно от същата кръвна група. Предварително чрез тест серуми се определя кръвната група на кръводарителя и приемателя. При нужда е възможно да се прелива кръв и от друга кръвна група, но само в малки количества и по определено правило. Малкото количество прелята кръв се разрежда многократно в кръвта на приемателя и дори да се срещнат А с алфа или В с бета, няма фатално значение.

Кръвна група	Фактор в еритроцитите	Белтък в кръвната плазма
A	A	β
B	B	α
AB	A и B	-
0	-	α и β



Фиг. 7. Правило за кръвопреливане

Левкоцити и тромбоцити

- Белите кръвни клетки имат голямо значение за защитните и възстановителните процеси в човешкия организъм.

- Левкоцитите са значително по-малко на брой от еритроцитите. В 1 mm^3 кръв се съдържат 4000-10000 левкоцити. Броят им се увеличава или намалява при заболявания или при различни състояния на организма. Рязкото увеличаване на левкоцитите (над 20 000 в mm^3 кръв) е показател за инфекция или за развитие на тумори. Левкоцитите имат по-големи размери от еритроцитите и съдържат ядро. Някой левкоцити могат да образуват цитоплазмени израстъци подобно на амебите.

- Основните функции на левкоцитите са: улавяне, поглъщане и разграждане на микроорганизми, разрушени клетки и чужди частици (фагоцитоза); производство на специфични белтъци, неутрализиращи чужди тела (бактерии, вируси и др.).

- Лимфоцитите са вид специализирани левкоцити (20-40% от всички левкоцити). Тяхното образуване и развитие се осъществява предимно в лимфните възли, в слезката и тимуса (ендокринна жлеза). Една част от лимфоцитите са свързани с образуването на специфични белтъци, неутрализиращи чужди тела. Така те създават невъзприемчивост към определени заболявания - имунитет.

- Тромбоцитите са малки късчета от цитоплазмата на големи клетки, разположени в костния мозък. Те са безядрени, броят им в 1 тт^3 кръв е около 300 000. Живеят 8-11 дни, като непрекъснато се обновяват. Тромбоцитите имат значение за съсирването на кръвта, защото при контакт с въздуха се разрушават и отделят вещества, които способстват съсирването и свиват съдовете.

- Кръвосъсирване. Това е важна защитна реакция на организма, която при наранявания предпазва от кръвозагуби и от навлизане на болестотворни микроорганизми. Ако кръвта не притежава способността да се съсирва, дори незначителни наранявания могат да бъдат смъртоносни.

- Съсирването е сложен физиологичен процес. В основата му стои превръщането на белтъка на кръвната плазма фибриноген от разтворима в неразтворима нишковидна форма, наречена фибрин. Фибринът образува мрежа, в която попадат кръвни клетки и се формира пихтиеста маса съсирек. В този процес участват калциеви йони и други фактори. Съсирекът запушва наранения кръвоносен съд и спира кръвотечението. Кръвосъсирване настъпва при увреждане на стената на кръвоносните съдове и допир на кръвта с въздуха. В организма на човека се образуват непрекъснато вещества, които при нормални условия не позволяват на кръвта да се съсирва в кръвоносните съдове.

- Кръвната плазма, лишена от фибриноген, се нарича кръвен серум, който за разлика от кръвната плазма не може да се съсирва.

Сърдечна дейност описание

- Сърдечната дейност се осъществява чрез последователни ритмични съкращения и отпускания на сърдечните мускулни клетки.

- Съкращението на предсърдията и камерите се нарича систола, а отпускането диастола. Систолата и диастолата са съгласувани и съставляват сърдечен цикъл.

- При покой сърцето прави 70-75 цикъла в минута. Неговата дейност създава налягане на кръвта, което я движи в кръвоносните съдове. Съкращението и отпускането на предсърдията и камерите става последователно и това осигурява еднопосочно движение на кръвта в сърцето от предсърдията към камерите и от тях към артериите.

- Клапите на сърцето са много важни за осъществяването на помпената му функция. Предсърдно-камерните клапи не позволяват кръвта да се връща в предсърдията по време на систола на камерите. Полулунните клапи не позволяват кръвта да се връща в камерите по време на камерната диастола.

- Изтласкването на кръвта в съдовете е основна функция на сърцето. Количеството изтласкана от камерите кръв при систола се нарича ударен обем и е показател за функционалното му състояние.

- Това количество зависи от условията, при които се намира организмът и от това, каква работа извършва. При тежка мускулна работа това количество се увеличава 4-5 пъти, в сравнение с покой.

- Сърдечните съкращения се предизвикват от сигнали импулси, които се пораждат в специални сърдечномускулни клетки, намиращи се в стената на дясното предсърдие. Те са част от възбудно- проводна система. Тези клетки изпращат на неравномерни интервали импулси до сърдечната мускулатура, които предизвикват съкращения. Способността на сърцето ритмично да се възбужда и съкращава под влияние на импулси, породени в него, се нарича автоматизъм. Той се наблюдава и след изолиране на сърцето от организма. Автоматизмът на сърцето осигурява постоянната му дейност и постоянния приток на кръв към всички части на тялото.

- Честотата на автоматичните импулси (сърдечният ритъм) се изменя в зависимост от нуждите на организма. Така при значително физическо натоварване, повишена емоционална възбуда (радост, гняв, стрес) или повишена телесна температура честотата на сърдечния ритъм се увеличава (до 200 и повече систоли в минута).

Кръвообращение описание/схема

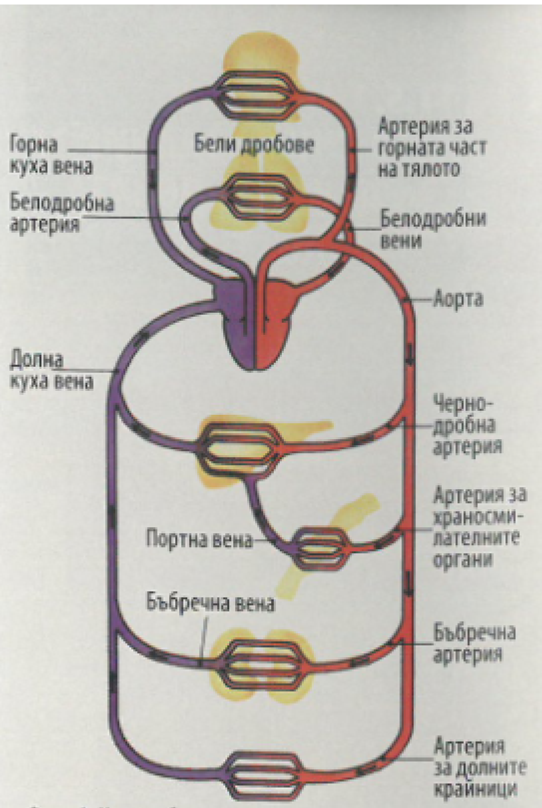
- При движението си в организма кръвта преминава сложен път по големия и малкия кръг на кръвообращение.

- Големият кръг на кръвообращение обхваща цялото тяло започва от лявата камера и аортата и завършва с двете кухи вени (горна и долна), които се вливат в дясното предсърдие.

- Малкият кръг на кръвообращение е свързан с обмяната на O_2, и CO_2, в белите дробове започва от дясната камера и белодробната артерия и завършва с белодробните вени, които се вливат в лявото предсърдие.

- Бъбреците, мозъкът и сърцето са най-добре кръвоснабдените органи, тъй като се нуждаят от голямо количество енергия (O_2, и хранителни вещества) за извършването на техните функции. При човек в покой около половината кръв се намира в кръвни депа слезката (далака), черния дроб, кожата и белите дробове. Тази кръв при нужда се включва в кръвообращението.

- Черният дроб има значение и за пречистването на кръвта от вредни вещества. Кръвта, идваща от храносмилателната система, преди да се влее в долната куха вена, преминава през неговата „порта" портната вена



Фиг. 4. Кръвообращение

Кръвно налягане

- Налягането, което кръвта оказва върху стените на кръвоносните съдове, се нарича кръвно налягане.

- То е най-високо в аортата и постепенно намалява в артериите, капилярите и вените, където е най-ниско. Кръвта се движи в кръвоносните съдове от място с по-високо налягане към място с по-ниско налягане. Кръвното налягане зависи от работата на сърцето и от съпротивлението на кръвоносните съдове.

- Сърцето като помпа непрекъснато изтласква кръв в аортата и белодробната артерия. Съпротивлението на кръвоносните съдове (артериите) се променя при съкращение и отпускане на мускулния им слой, защото те се стесняват и разширяват. Колкото по-активно работи сърцето и колкото по-тесни са артериите вследствие съкращаване на мускулния слой (по-високо съпротивление), толкова по- високо е кръвното налягане.

- Налягането в големите артерии се променя в съответствие със сърдечната дейност и затова те пулсират. То е най-високо по време на систола - 120 mm Hg, а най-ниско по време на диастола - 80 mm Hg (при здрав човек на средна възраст и в покой). Кръвното налягане се повишава от физически натоварвания, при емоционални състояния и др.

- Вените не пулсират. Движението на кръвта в тях се влияе от съкращението на скелетните мускули. Активните движения на тялото подпомагат движението на кръвта във вените, а обездвижването го забавя. Движението се подпомага и от венозните клапи.

Имунитет

- Човекът е в непрекъснат контакт с околната среда и е подложен на опасността от инфекции с различни бактерии и вируси. Като защитна реакция срещу инфекцията в биологичната еволюция се е изградила имунната система, с която се създава имунитет. Той е съпротивата на организма спрямо причинители на инфекции и инфекциозни болести, туморни клетки в организма, чужди клетки и тъкани при трансплантации на органи. Клетките, тъканите и молекулите, които осъществяват тази защита, представляват имунната система. Функцията на имунната система е да предпазва от инфекции и да ги премахва, ако те са възникнали. Съществуват два основни вида имунитет: вроден и придобит.

Вроден имунитет (неспецифичен)

- Вроденият (естественият имунитет) представлява първата защитна линия срещу бактериите и вирусите. В неговото осъществяване участват кожата и лигавиците на кухите вътрешни органи, чиито клетки могат да поглъщат и разрушават бактериите. Вроденият имунитет не е специфичен, а е насочен срещу всички видове причинители на инфекции. Човек се ражда с него.

Придобит имунитет (специфичен)

- Придобитият (специфичният имунитет) се създава при попадането в тялото на определен вид бактерии, вируси или гъби. Имунният отговор е специфичен за определения вид бактерия или вирус. Вирусите, бактериите и чуждите за тялото клетки и молекули се наричат антигени. При придобития имунитет имунната система „запомня" съответния антиген и при повторното му попадане в организма реагира незабавно. Това е имунната памет. При вродения имунитет не се извършва такова запомняне. В осъществяването на придобития имунитет основно значение имат лимфоцитите. Те отделят антитела, които се свързват с определените антигени и ги унищожават. Антителата са белтъци, които се образуват от лимфоцитите. Специфичното свързване на антитялото с антигена се нарича реакция антиген-антитяло.

- Вроденият имунитет е по-старата система за защита на организма, а придобитият имунитет се е появил по-късно в еволюцията. При попадане на бактерии и вируси в тялото първо се включва вроденият имунитет и след това придобитият, който е специфичен за съответния вид антиген.

- Когато придобитият имунитет е получен в резултат на определен вид бактерии или вируси, причиняващи определено инфекциозно заболяване, се нарича активен имунитет. Придобит имунитет, получен в резултат на инжектиране на антитела от друго лице или животно, както и по естествен начин от майката през плацентата към плода, се нарича пасивен имунитет. Този имунитет се получава и при кърменето, тъй като от майчиното мляко преминават антитела към организма на кърмачето. Инжектирането или приемането на ваксини създава в организма вид придобит имунитет, наречен изкуствен активен имунитет.

Клинична имунизация и алергични реакции

- Чрез ваксиниране в човешкия организъм може да се създаде активен или пасивен изкуствен имунитет. Изкуствен активен имунитет се поражда след инжектиране или приемане на ваксини. Ваксинациите са няколко вида.

- Ваксините с живи бактерии или вируси не причиняват заболяване, тъй като предварително са „омаломощени" чрез различни методи, но активират организма и водят до създаване на много траен имунитет. По този начин се създава имунитет срещу туберкулозата, рубеолата, детския паралич и др. Желателно е всички момичета да се ваксинират против рубеола, тъй като вирусът може да доведе до сериозни увреждания на плода по време на бременност.

- Живите ваксини се създават, като микроорганизмите се обработват при висока температура, при неблагоприятни за тях условия, чрез преминаване през редица поколения експериментални животни. У нас се произвеждат ваксини против бяс, вариола, грип, туберкулоза (БЦЖ).

- Ваксини от убити бактерии или вируси също водят до изграждане на изкуствен активен имунитет, но с по-малка продължителност. Веднага след раждането на детето се прави т. нар. ДТК-ваксинация против дифтерия, тетанус и коклюш. В състава на ваксината са включени убити бактерии на коклюша и антитела срещу токсините на дифтерията и тетануса.

- Ваксини от убити бактерии или вируси се създават чрез висока температура, облъчване с ултравиолетови лъчи, с гама-лъчи, обработка с ацетон, спирт и др. Предимството на тези ваксини е, че е избегната възможността за заразяване.

- Ваксинацията може също така да създаде изкуствен пасивен имунитет с лечебен серум, съдържащ готови антитела срещу дадено заболяване. Прилага се например при опасност от инфекция с тетанусова бактерия, която предизвиква блокиране на дишането и смърт. Лечебният серум се получава от кръвта на заразени експериментални животни, в която има антитела срещу причинителя на заболяването.

- В почти всички страни включително и България се изпълняват програми за ваксинация на малките деца и подрастващите, за да се предпазят от инфекциозни болести.

- В някои случаи при повторно попадане в организма на някои антигени имунната система на човека реагира бързо и бурно. Тази реакция се нарича алергия, а съответните антигени алергени. Алергичните реакции се изразяват като сенна хрема, бронхиална астма, кожни обриви, хранителна алергия, засягане на лигавицата на клепачите и много други. Алерген може да бъде всяко химично вещество, лекарство, храна, отрова на насекомо (пчели и оси), цветен прашец, бактерии, гъбички, студ, слънчеви лъчи и други. Алергиите са най-честите болести на имунната система, които засягат около 20% от хората. В тежки случаи, те могат да доведат болния до смърт. За да се проведе правилно лечение, трябва да се установи алергенът, предизвикващ съответната алергична реакция. При алергиите има наследствена зависимост децата на родители с

алергии по-често развиват алергични реакции. Замърсената околна среда също е причина за възникването на алергични болести.

Имунни реакции, свързани с кръвна група Резус

- Еритроцитите съдържат също и друго специфично вещество резус-фактор (Rh-фактор). Той се среща в около 85% от хората. Такива хора се означават като резус-положителни (Rh+), а останалите 15% - като резус-отрицателни (Rh-). Ако кръв на човек, съдържаща този фактор, се прелее на друг, в чиято кръв той липсва, се предизвиква образуването на плазмен белтък срещу фактора и повторно преливане на такава кръв може да причини смърт. Rh-факторът играе съществена роля при бременност. Ако майката е резус-отрицателна, а плодът резус-положителен, в кръвта на майката се образува също такъв плазмен белтък, който може да причини тежки нарушения в кръвта на новороденото или да е причина за мъртвородено дете.

Движение и опора на тялото

- Движенията на човека се осъществяват от опорно-двигателната система. Тя се състои от пасивна част - костите на скелета и свързванията между тях, и активна част скелетните мускули. Тази система определя формата и размерите на тялото. Пасивната ӝ част е опора на активната и образува кухина, в които се намират жизнено важни органи (мозък, сетивни органи, сърце, бели дробове). Активната ӝ част осъществява движението на тялото или на части от него.

Състав и строеж на костите

- Човешкият скелет е изграден от всички кости в тялото, които представляват основата на пасивната част на опорно-двигателната система. Костите са съставени предимно от костна тъкан, която по своя строеж се разделя на плътна и гъбеста.

- В състава на костите влизат минерални соли калциев фосфат, калциев карбонат и други, органични вещества и вода.

- Относителният дял на минералните соли се увеличава с възрастта. Те придават твърдостта на костите. Отлагането на минерални соли се регулира от витамин D. Органичните вещества придават еластичността на костите. При младите индивиди поради по-голямото количество органични вещества костите са по-малко чупливи в сравне ние с възрастните хора.

- Отвън костите са покрити с надкостница. Тя представлява плътна съединителна тъкан, в която се намират множество кръвоносни съдове и нерви. Надкостницата изхранва костите и спомага за заздравяване на счупените кости.

- Растеж на костите. По време на зародишното развитие повечето от костите са изградени от хрущял (хрущялен скелет), а някои от тях от влакнеста съединителна тъкан.

- Още преди раждането в тях се появяват ядки на вкостяване,от който започва образуването на костното вещество, постепенно заместващо хрущялната тъкан. До достигане на окончателния ръст на човека между средната част на дългите

кости и техните краища остават хрущялни пластинки, от които костите нарастват на дължина. С помощт на надкостницата костите нарастват на дебелина. Растежът на костите се контролира от хормони и витамини.

Видове кости според формата им

- Според формата си костите са дълги, къси, плоски и кости с неправилна форма.

- Дълги кости. Те се намират в крайниците. Имат два края, изградени предимно от гъбесто костно вещество, и средна част с цилиндрична форма. Средната част е съставена от плътно костно вещество, което изгражда канал. В него и в гъбестото вещество на краищата на дългите кости има костен мозък.

- Къси кости. Те се намират в ръката, ходилото и в гръбначния стълб. Повърхността им е изградена от плътно, а вътрешността им - от гъбесто костно вещество. В тях също има костен мозък. Плоски кости. Такива са костите на черепа, лопатките, ребрата, гръдната кост и част от тазовите кости. Те са съставени от тънки външни пластинки от плътно костно вещество, а вътрешността им представлява гъбесто костно вещество.

- Кости с неправилна форма. Те са някои от костите в основата на черепа, както и част от тазовите кости.

Свързване на костите

- Извършва се по два начина: непрекъснато и прекъснато. При непрекъснатото костите се свързват чрез влакнеста съединителна тъкан (шевове, връзки) и с хрущялна тъкан.

- Прекъснатото свързване се осъществява чрез стави. Всяка става е изградена от хрущялни ставни повърхнини на съответните кости и ставна капсула, която затваря херметично ставна кухина. Тя е изпълнена с малко количество течност, намаляваща триенето на ставните повърхности. Ставната капсула е подсилена с връзки, които я предпазват от разкъсване и прикрепват костите.

Череп

- Костите на черепа са свързани непрекъснато с изключение на долната челюст и подезичната кост. По този начин се образуват кухини (черепна кухина, очница, носна и устна кухина), в които се разполагат главният мозък и сетивните органи на зрението, обонянието и вкуса.

- Черепът се разделя на две части: мозъчен и лицев дял. Мозъчният дял е изграден от 2 чифтни и 4 нечифтни плоски кости, които образуват черепната кухина и покрива на очницата. Чифтните кости са теменната и слепоочната. Нечифтните кости са челната, тилната и др. Двете теменни кости и част от челната и тилната кост образуват черепния покрив. Останалите кости изграждат черепната основа. В тилната кост има голям отвор, през който се свързват гръбначния и главния мозък.

- Лицевият дял на черепа се изгражда от 6 чифтни и 3 нечифтни кости (ралник, долна челюст и подезична кост). Долната челюст е свързана с черепната основа посредством две долночелюстни стави. Останалите кости са свързани с шевове.

Костите на лицевия череп ограждат двете очници, носната кухина и голяма част от устната кухина. В двете горночелюстни кости и в долната челюст се намират кухини за корените на зъбите. Така челюстните кости, зъбите и твърдото небце, което се изгражда от горночелюстните и небцовите кости, ограждат устната кухина. Ралникът образува костната носна преграда, която разделя носната кухина на две части лява и дясна.

Гръбначен стълб

- Гръбначният стълб е стабилен, полуподвижен орган, който се състои от 24 прешлена (7 шийни, 12 гръдни и 5 поясни), кръстцова и опашна кост. Те формират 5 отдела на гръбначния стълб: шиен, гръ ден, поясен, кръстцов и опашен.

- Прешленът се състои от тяло, дъга, два напречни израстъка и един бодилест израстък. Тялото и дъгата заграждат отвор.

- Отворите на всички прешлени образуват гръбначния канал, в който се намира гръбначният мозък.

- Първият шиен прешлен се нарича атлас. Той е свързан чрез две стави с тилната кост на черепа. Така се осъществява връзката между гръбначния стълб и черепа. Гръдните прешлени са по-масивни от шийните и осигуряват стабилна опора на гръдния кош. На техните тела и на напречните израстъци има ставни повърхности за свързва- не с ребрата. Поясните прешлени са най-масивни. Шийните, гръдните и поясните прешлени са свързани помежду си със стави, връзки и междупрешленни дискове.

- Кръстцовата кост участва в изграждането на таза. Странично има ставна повърхност за свързване с тазовите кости. Опашната кост е образувана от сливането на няколко недоразвити прешлена.

- Гръбначният стълб има няколко кривини, които при възрастните хора му придават форма на двойно S.

- В шийния и поясния отдел той е изпъкнал напред, а в гръдния - назад. Тази форма му дава възможност да пружинира при натоварване. Така се предпазват от сътресения главата и туловището. Гръбначният стълб е сравнително гъвкав. Най-подвижен е шийният отдел, след това поясният и най-малко гръдният

Гръден кош

- Изграден е от 12 чифта ребра, гръдната кост и гръдната част на гръбначния стълб. Ребрата са плоски кости, които отпред завършват с ребрен хрущял. Те се залавят ставно за съответните прешлени, а хрущялната им част посредством става за гръдната кост. Поради ставното залавяне на ребрата за гръбначния стълб и гръдната кост при извършване на дихателните движения те се повдигат напред и встрани заедно с гръдната кост. Гръдната кост е плоска.

- Гръдният кош затваря гръдната кухина, в която са разположени вътрешните органи сърце, хранопровод, бял дроб, трахея и кръвоносни съдове.

- По форма гръдният кош прилича на пресечен кух конус. Горният му отвор е по-малък от долния.

Горен крайник

- Той се състои от рамо, мишница, предмишница, китка и ръка. Костите на горния крайник са сравнително леки, което позволява да се извършват различни движения и дейности. Според разположението си се делят на кости на раменния пояс и кости на свободния горен крайник.

- Раменният пояс се състои от две чифтни кости: лопатка и ключица. Лопатката е триъгълна плоска кост, която ставно се свързва с ключицата и раменната кост. Ключицата е дълга кост с S-овидна форма. Тя се свързва със стави за гръдната кост и лопатката. В мишницата се намира раменната кост. Тя е дълга кост. Горният край (глава) се свързва с лопатката, като образува раменната става. Тя е най-подвижната става в човешкото тяло. Долният край на раменната кост се свързва с горните краища на костите на предмишницата. Така се образува лакътната става.

- Костите на предмишницата са две: лакътна и лъчева кост. Лакътната кост се намира от страната на малкия пръст, а лъчевата от страната на палеца.

- Костите на китката са къси кости, които са подредени в две редици от по 4.

- Костите на пръстите се наричат фаланги. Палецът има две фаланги, а останалите пръсти по 3 фаланги. Най-подвижна е ставата на палеца, поради което той е най- подвижният пръст на ръката. Благодарение на това ръката се е превърнала в орган на труда.

Долен крайник

- Долен крайник. Той се състои от кости на тазовия пояс и кости на свободния долен крайник. Те са масивни, тъй като осъществяват опората на тялото и движението му в пространството.

- Двете тазови кости и кръстцовата кост са свързани помежду си чрез полуподвижни стави и образуват тазовия пояс (таза). На външната повърхност на тазовата кост се намира ставна ямка, в която ляга главата на бедрената пост. По този начин се образува тазобедрената става. Костите на тазовия пояс поемат тежестта на тялото и затова са дебели и здрави.

- Свободният долен крайник се дели на бедро, подбедрица и ходило. В бедрото се намира бедрената кост. Тя е дълга кост, чийто горен край участва в образуването на тазобедрената става. Долният край на костта и горният край на големия пищял заедно с колянното капаче изграждат колянната става.

- В подбедрицата се намират две дълги кости: голям и малък пищял. Големият пищял е по-дебелата кост, която е от вътрешната страна. Горните и долните краища на двата пищяла са свързани помежду си.

- Скелетът на ходилото се изгражда от три групи кости: задноходилни, предноходилни и кости на пръстите (фаланги), свързани със слабо подвижни стави. Костите и ставите на ходилото образуват свод, който подпомага ходенето, като поема тежестта на тялото и намалява натиска чрез пружиниране.

Устройство на скелетните мускули. Действие на мускулите. Мускулен тонус

- Активната част на опорно-двигателната система е изградена от скелетните мускули. Те са прикрепени към костите и могат да се съкращават, в резултат на което се извършва движение на тялото или само на части от него. В човешкото тяло има повече от 500 мускула.

- Мускулът се състои от тяло и сухожилия. Тялото му е изградено от напречно набраздени мускулни клетки (мускулни влакна). Те са подредени в снопчета, които са обвити от съединителна тъкан. Така групираните мускулни снопчета изграждат мускулното тяло, което също е обвито от съединителна тъкан.

- В мускулите навлизат множество кръвоносни съдове и нерви, които провеждат нервни импулси до всяка тяхна клетка.

- Сухожилията са изградени от плътно подредени колагенови влакна от съединителна тъкан. Те са много здрави и не се разтягат. Чрез тях мускулът се залавя за костите.

- Форма на мускулите. Мускулите имат различна форма. Според начина на подреждане на влакната мускулите могат да бъдат вретеновидни, плоски, триъгълни, четириъгълни, перести, пръстеновидни.

- Действието на мускулите върху костите се осъществява на принципа на лостовете. Съкращаването им предизвиква сгъване, разгъване, привеждане, отвеждане, завъртане в съответните стави. В случаите, когато два или повече мускула из- вършват еднакво действие, те се наричат синергисти. Когато мускули извършват противоположно действие например единият сгъва, а другият разгъва, се наричат антагонисти.

- Чрез скелетните мускули, които са активната част на опорно-двигателната система, се осъществява движението на тялото и на неговите части. За да се извърши движение или да се изразят чувства посредством мимика и жестове, мускулите се съкращават. Съкращението на скелетните мускули се извършва под волев контрол. Те никога не се отпускат напълно дори и да няма движение, са слабо съкратени. Това състояние се нарича мускулен тонус. Така муску лите винаги са готови да извършат бързо съкращение. При него те отделят топлина, с което вземат участие в регулирането на телесната температура.

Физиологични свойства на мускулите. Сила и работа на мускула.

- Основните физиологични свойства на мускулите (на мускулните клетки) са възбудимост, проводимост и съкратимост.

- Възбудимостта е свойството на мускулните клетки да преминават от покой във възбудено състояние в тях да възникват импулси в резултат на дразнене.

- Възбуждането на мускулните клетки в организма се причинява от дразнител нервни импулси, провеждани по нервно влакно. От края на нервното влакно в междуклетъчен контакт (синапс) се отделя вещество посредник (медиатор), което достига до мускулната клетка и поражда по мембраната ѝ импулси. Така я възбужда. От синапса възбуждането се провежда по мембраната на цялата мускулна клетка и предизвиква съкращението ѝ.

- Проводимостта е свойството на мускулните клетки да провеждат по мембраната си възбуждащи (импулси).

- Съкратимостта е свойството на мускулните клетки да се съкращават (да се скъсяват) при дразнене.

- Съкращението на всяка клетка на скелетните мускули се дължи на скъсяването на множество специални съкратителни нишки, които тя съдържа, За извършването на този процес е необходима енергия. Когато дразнителят престане да действа, мускулът се отпуска и възстановява дължината си. Това се дължи на еластичността му.

- Скелетните мускули извършват два вида съкращения. При едни мускулът повдига или премества определен товар, при което дължината му намалява мускулът се скъсява. При други мускулът е принуден да повдигне или премести непосилен товар. В такъв случай в резултат на съкращението се увеличава напрежението на мускула, без да се променя неговата дължина. Такива съкращения се извършват например при поддържането на определена поза на тялото.

Мускулни групи

- В зависимост от разположението им в тялото скелетните мускули се разделят на мускули на главата, на шията, на гръдния кош, на корема, на гърба и на крайниците.

- Мускули на главата. Те са две групи: мимически и дъвкателни. Мимическите с единия си край се залавят за кост, а с другия за кожата. Така при съкращение те притеглят кожата и променят израза на лицето (мимиката): изразява радост, смях, печал, строгост. Мимическите мускули са групирани предимно около очите, носа и устата. Дъвкателните мускули са четири чифта. При тяхното действие се отваря и затваря устата, като се стрива храната между зъбните редици. Както мимическите, така и дъвкателните мускули вземат участие в осъществяването на говора.

- Мускулите на шията са няколко групи. Чрез тях се извършва движението на шията и главата.

- Мускули на туловището. Те се разделят на гръбни, гръдни и коремни. Гръбните се делят на повърхностни и дълбоки. Повърхностните са трапецовидният мускул, широкият гръбен мускул и други по-малки мускули. Дълбоките мускули се намират под повърхностните и се разполагат от двете страни на гръбначния стълб. Чрез тяхното действие туловището се наклонява назад и встрани и се завърта.

- Гръдните мускули се делят на мускули, които принадлежат към горния крайник, и на собствени мускули на гръдната стена. Например големият гръден мускул се намира повърхностно отпред в горната част на гръдния кош. Той взема участие в движенията на горния крайник. Към собствените мускули на гръдната стена принадлежат междуребрените мускули, които участват в извършването на дихателните движения. Диафрагмата е широк плосък мускул, който разделя гръдната и коремната кухина. Тя взема участие в дихателните движения.

- Коремните мускулите са широки и плоски. Те се простират между гръдния кош и тазовите кости. По този начин заграждат коремната кухина. Със съкращението си те спомагат за наклоняване на тялото напред и надолу, за дихателните движения, а също така допринасят за поддържане на положението на коремните органи. С тяхна помощ се изпразва пикочният мехур, правото черво и матката по време на раждането.

- Мускулите на горния крайник се разделят на мускули на раменния пояс, на мишницата, на предмишницата и на ръката. От тези на раменния пояс най-голям е делтовидният мускул, който участва в движенията на раменната става и дава формата на рамото. По предната повърхност на мишницата се разполага двуглавият мишничен мускул, а по задната повърхност триглавият мишничен мускул. Първият сгъва в лакътната става, а вторият разгъва. В предмишницата има множество мускули, разделени в три групи. Те участват в движенията на предмишницата и ръката, включително и на пръстите. Мускулите на ръката осъществяват сложните движения на пръстите.

- Мускулите на долния крайник са значително по-масивни от тези на горния. Те се делят на мускули около тазобедрената става, на бедрото, на подбедрицата и на ходилото. Големият седалищен мускул сгъва бедрото в тазобедрената става и спомага за изправения стоеж на човека. В предната част на бедрото се намира четириглавият бедрен мускул, който разгъва подбедрицата в колянната става. Мускулите по вътрешната повърхност на бедрото го превеждат към другия крайник. Повърхностно, отзад на подбедрицата се намира триглавият мускул, който с дългото и здраво ахилесово сухожилие се залавя за петата. Той е основен мускул при ходене, бягане и скачане. Мускулите на ходилото участват в движението на пръстите и поддържат свода на ходилото.

Размножаване, растеж и развитие

- За бозайниците в това число и за човека е характерно половото размножаване. То се осъществява от специализирани полови клетки яйцеклетки, образуващи се

в женските полови жлези, и сперматозоиди, образуващи се в мъжките полови жлези. Половата система е система от органи, осигуряващи възпроизвеждане на човека

Семенници и надсеменници (като част от половата система)

- Мъжките полови органи са разположени в таза и извън тялото. Според местоположението им те са вътрешни (семенник, надсеменник, семепроводен канал, семенно мехурче и простатна жлеза) и външни (полов член и скротум). Те формират първичните полови белези у мъжа. Осигуряват продукцията на мъжки полови клетки и нормалното вътрешно оплождане, както и осъществяването на половия акт.

- Семенници (тестиси). Те са мъжките полови жлези чифтен орган с овална форма и маса 10-20 д. Отвън са покрити с плътни обвивки и са богато кръвоснабдени. По време на зародишното развитие се намират в коремната кухина. Преди раждане на детето те се спускат в кожна торбичка скротум.

- Семенникът има 250-300 делчета. Всяко дело е образувано от 1-3 тънки, дълги и силно нагънати каналчета. Дължината на едно каналче е около 50 ст, а общата им дължина в един семенник е около 300 m.

- Стените на каналчетата са изградени от клетки, които непрекъснато се делят. Една част от тях се превръщат в полови клетки спер матозоиди. Зараждането и узряването на сперматозоидите се извършва непрекъснато от пубертета до дълбока старост

- Сперматозоидът се състои от главичка, шийка, междинна част и опашка (камшиче) . В главичката се намира клетъчното ядро. То носи наследствената програма, вложена в зиготата след оплождане като „мъжки" наследствен дял. Опашката е многократно по- дълга от главичката и извършва активни движения. В междинната част има голям брой митохондрии. Опашка- та играе ролята на двигател за сперматозоида. Така клетката се придвижва бързо в подходяща среда.

- Освен в производството на полови клетки семенниците вземат участие и в образуването и отделянето в кръвта на мъжкия полов хормон тестостерон. Той се секретира от специални клетки, разположени между каналчетата, и осигурява половите функции мъжа.

- Надсеменник. Представлява силно нагънат канал, дълъг около 6 м, чийто край преминава в семепроводния канал. Той прилепва плътно до семенника и има форма на качулка, поставена върху него. В надсеменника сперматозоидите узряват окончателно и стават годни за оплождане.

Семепроводни канали, семенни мехурчета, простата, пенис и скротум

- Семепроводен канал. Той започва от края на канала на надсеменника, преминава в коремната кухина и се спуска по задната повърхност на пикочния мехур. Има дължина 50 см. Съединява се с отвеждащия канал на семенното мехурче и преминава през простатната жлеза, която се влива в пикочния канал.

Той върви по долната страна на пениса и е едновременно път за урината и за семенната течност.

- Семенни мехурчета. Те са две овални образувания, разположени зад пикочния мехур. Отводящите им каналчета се сливат със семепроводния канал. Секретът, който отделят, увеличава подвиж ността на сперматозоидите и тяхната жизненост. Той съдържа прос тата захар фруктоза, която осигурява сперматозоидите с допълнителна енергия, необходима им за придвижването в женските полови пътища до срещата им с яйцеклетката.

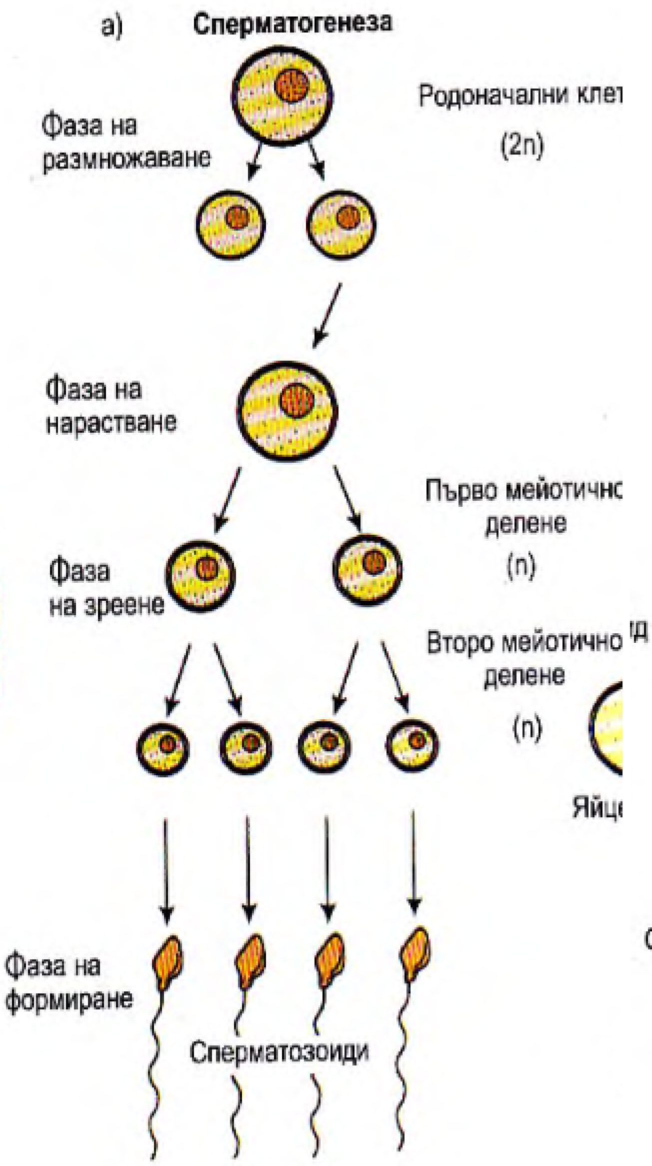
- Простатна жлеза (простата). Тя се намира под пикочния мехур и има формата и големината на кестен. Обхваща началото на пикочния канал. Простатният секрет създава благоприятна среда за спер матозоидите, улесняваща изпълнението на основната им функция.

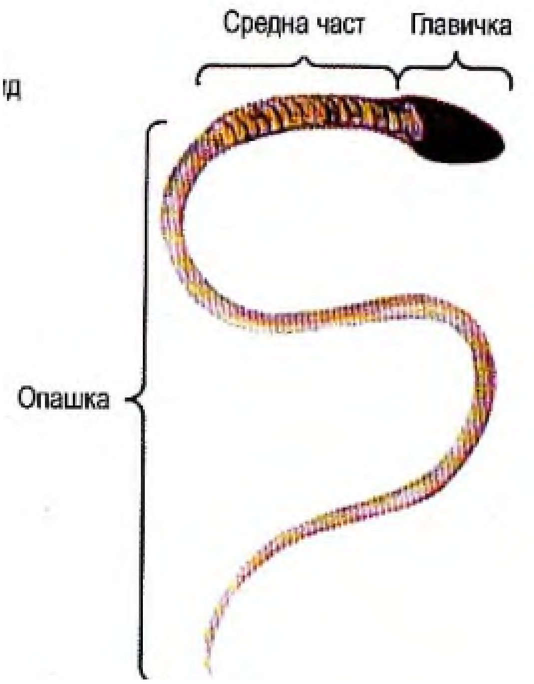
- Семенната течност (спермата) съдържа сперматозоиди и секретите на семенните мехурчета и простатната жлеза.

- При еднократно отделяне на семенна течност се изхвърлят около 300-600 млн. сперматозоида.

- Мъжки полов член (пенис). Състои се от корен, тяло и главичка. Дължината, твърдостта и обемът му се увеличават значително при полова възбуда, с което става възможно внасянето на спермато- зоидите в женската полова система. Това се дължи на кръвонапълването на две пещеристи тела, разположени по неговата дължина, както и на гъбесто тяло под тях. През него преминава пикочният канал. Предната част на гъбестото тяло се разраства и образува главичката. Отвън тя е покрита с кожа, богато снабдена с нервни окончания. При тяхното дразнене се получава полова възбуда.

Схеми за етапи на образуване и устройство на сперматозоидите





Яйчници (като част от половата система)

- Женските полови органи лежат в таза или са прикрепени към него. Според разположението им те са вътрешни и външни. Вътрешните органи са яйчник, маточни тръби, матка, влагалище, а външните - малки срамни устни, големи срамни устни и клитор. Те формират първичните полови белези в жената. Осигуряват продукцията на женски полови клетки, оплождането, развитието на зародиша и раждането, както и осъществяването на половия акт.

- Яйчници (овариуми). Те са женските полови жлези чифтно овално тяло с големината на бадем 3-5 ст. Разположени са от двете страни на матката в долната част на коремната кухина. В яйчници- те се развиват (узряват) половите клетки яйцеклетките, и се образуват и отделят в кръвта женските полови хормони (естрогени), главно естрадиол. Всяко момиче при пубертета носи в яйчниците си около 40 000 първични яйцеклетки. От тях през периода на половата зрялост на жената между 12 и 50 години, узряват около 450. През първите 12 години от

живота яйцеклетките са в покой. През пубертета яйчниците нарастват и започва отделянето на яйцеклетки и хормони. На всеки 28 дни те отделят обикновено по една зряла яйцеклетка. В яйчника тя е заобиколена от голям брой придружаващи клетки. Част от тях са разположени около яйцеклетката, а други образуват мехурче, което нараства и се изпълва с течност. Тази структура се нарича Граафов фоликул. Когато яйцеклетката узрее, мехурчето се пука и тя заедно с придружаващите я клетки попада в маточната тръба протича овулация. Нормално двата яйчника се редуват при отделянето на яйцеклетки.

- На мястото на пукналото се мехурче се получава образувание с жълт цвят, наречено жълто тяло. То отделя женския полов хормон прогестерон, който подготвя лигавицата на матката за приемане на оплодена яйцеклетка. Ако яйцеклетката не бъде оплодена, жълтото тяло постепенно изчезва и в яйчника започва да узрява нова яйцеклетка. Ако тя бъде оплодена, жълтото тяло се разраства и съществува до края на бременността.

Маточни тръби и матка

- Маточни тръби. Те имат дължина 10-12 cm и свързват яйчниците с матката. В единия край всяка тръба има фуниевидно разширение с множество ресни. Те обхващат яйчника така, че яйцеклетката да попадне в тръбата, а не извън нея. Отвътре маточните тръби са покрити с ресничест епител. Неговите реснички трептят в посока към матката и улесняват движението на яйцеклетката в тръбата.

- Матка. Тя е кух мускулест орган с форма на круша, състоящ се от тяло и шийка. В нейната стена се вгнездява оплодената яйцеклетка, от която се развива зародиш. Тя има дължина 7-8 cm, но в края на бременността увеличава размерите си многократно. Намира се между пикочния мехур и дебелото черво. В горната й част са отворите на маточните тръби, а в долната отворът на шийката. Матката има силно развита гладка мускулатура, която създава благоприятни условия за нормалното износване на плода и за изтласкването му по време на раждането.

- Вътрешната повърхност на матката е покрита с добре кръвоснабдена лигавица. Под действие на яйчниковите хормони тя периодично се разраства, набъбва и кръвонапълва. Така се подготвя да поеме оплодената яйцеклетка. Ако яйцеклетката не бъде оплодена, тя не е в състояние да се вгнезди в лигавицата на матката. След няколко дни тя загива, а набъбналата лигавица става ненужна и се отделя на части. При това се разкъсват много кръвоносни съдове. Остатъците от лигавицата заедно с кръвта се изхвърлят навън. В продължение на 3-5 дни се появява кръвотечение, наречено менструация (мензес). През този период жената губи малко количество кръв (80-100 ml). Тъй като яйцеклетките узряват и се отделят на неравномерни интервали от време, то кървенето също се появява на определени интервали, най-често през 28 дни. В края на този период маточната лигавица се възстановява и започва отново да нараства до следващата менструация.

- Периодът между две менструации се нарича менструален цикъл. Менструацията зависи от овулацията, която настъпва около 14 дни преди първия ден на следващата менструация, т.е. по средата на периода между две менструации. Първата менструация настъпва на 10-12-годишна възраст.

Влагалище, срамни устни и млечни жлези

- Влагалището е мускулеста тръба, свързваща матката с външните полови органи. Вътрешността му е покрита с лигавица, върху която се развиват микроорганизми. Те създават кисела среда, която предпазва от развитието на болестотворни микроорганизми.

- При полов акт във влагалището попада семенната течност. Спер- матозоидите чрез движение проникват през матката до маточните тръби, където става оплождането на яйцеклетката. Влагалището е част от пътя, по който преминава детето при раждане. Мускулните му стени могат да се разтегнат до големината на детската главичка.

- При момичета, които не са имали полов контакт, на входа на влагалището има тънка еластична ципа химен (девствена ципа) с един или повече отвора, през които изтича менструалната кръв. При първия полов контакт хименът се разкъсва, което може да е придружено с известна болка и слабо кървене. Малките срамни устни закриват входа на влагалището и отвора на пикочния канал. В предната им част, където се съединяват, е разположен клиторът. По своето анатомично устройство той е сходен с мъжкия полов член, но е много по-малък.

- Големите срамни устни покриват малките и ги предпазват от нараняване и замърсяване.

- Млечните жлези са изградени от съединителна тъкан и жлезиста епителна тъкан, която образува 15-20 делчета. Всяко от тях завършва с тънко каналче. Каналчетата се отварят в зърното, разположено в центъра на жлезата. В началото на пубертета млечните жлези започват да се развиват и да нарастват. Зърната, както и по-тъмно оцветената кожа около тях, се уголемяват. Тези промени се предизвикват от женските полови хормони.

Нервна система

Централна и периферна нервна система

- Въз основа на функцията си нервната система се разделя на соматична и вегетативна (автономна). Соматичната нервна система осъществява връзка с околната среда чрез сетивните системи и двигателния апарат. Вегетативната нервна система получава информация от вътрешните органи, кръвоносните съдове и сърцето и контролира тяхното действие.

- В зависимост от местоположението нервната система се дели на централна и периферна. Централната нервна система се състои от главен мозък и гръбначен мозък. Главният мозък се намира в черепа, а гръбначният в канал на гръбначния стълб. Централната нервна система е обвита от три обвивки: твърда отвън, от съединителна тъкан, мека отвътре, в която се намират множество кръвоносни съдове. Между твърдата и меката мозъчна обвивка се намира паяжиновидната обвивка, която е нежна и прозрачна. Под нея има течност, в която мозъкът

плува". Така той е предпазен от удари и сътресения. Централната нервна система функционира главно чрез рефлекси. До нея достига цялата сетивна информация от тялото, а тя осъществява моторен контрол на движенията на тялото и крайниците и контрол на функциите на вътрешните органи. Тя осъществява и контролира поведението, мотивацията, вниманието, емоциите, обучението, паметта и речта.

- Периферната нервна система е изградена от нервите, нервните възли и сплетенията. Тя провежда импулси до централната нервна система и до периферните органи.

Гръбначен мозък строеж. Сиво и бяло вещество

- Строеж. Гръбначният мозък има цилиндрична форма, дължина 45 см и диаметър около 1 см. Има белезникав цвят. Горната му част достига до продълговатия мозък, с който е свързан, а долният му край завършва на равнището на първия или втория поясен прешлен. Разделя се на лява и дясна половина от една предна и една задна бразда.

- При напречен срез на гръбначния мозък се вижда, че е изграден от централно разположено сиво вещество с формата на буквата Н, което е обградено с бяло вещество. В сивото вещество се намират нервните клетки. В центъра на гръбначния мозък се намира тесен канал. Периферно разположеното бяло вещество е изградено от аксони на нервни клетки, намиращи се в сивото вещество на гръбначния и главния мозък.

Проводна и вегетативна функция на гръбначния мозък

- Бялото вещество образува проводни нервни пътища, изпращащи нервни импулси (информация) от гръбначния мозък към главния и обратно. Тези пътища осъществяват проводната функция на гръбначния мозък.

- В предните рога на гръбначния мозък се намират нервни клетки, чиито аксони провеждат импулси до мускулите. След излизането им от него те образуват предните коренчета на гръбначно мозъчните нерви.

- От двете страни на гръбначния мозък се намират гръбначномозъчни нервни възли. В тях са разположени сетивни неврони с особен строеж. От тялото на клетката излиза израстък, който се разделя на два клона. Единият достига до рецептори в кожата, сухожилията и мускулите. Другият (аксон) образува задните коренчета на гръбначно мозъчните нерви и навлиза в гръбначния мозък. При сливането на всяко предно и задно коренче се образува един гръбначномозъчен нерв. В него има сетивни нервни влакна и нервни влакна, които изпращат импулси до мускулите (моторни влакна). От гръбначния мозък излизат 31 чифта гръбначномозъчни нерви. Тези нерви провеждат нервни импулси (инервират) до кожата и мускулите на шията, туловището и крайниците.

- В сивото вещество на гръбначния мозък аксоните на сетивните нервни клетки се свързват или направо, или чрез други неврони с нервните клетки в предните рога, изпращащи импулси до мускулите.

- В гръбначния мозък е представена част от вегетативната нервна система, осъществяваща неговата вегетативна функция, която е свързана с вътрешните органи. Чрез рефлексни дъги се инервират и вътрешните органи. Например при напълване на пикочния мехур или правото черво се дразнят рецептори, разположени в стените на тези органи. Импулсите от тях достигат до гръбначния мозък, където съответните нервни клетки изпращат импулси до мускулите на съответните органи. При тяхното съкращение тези органи освобождават своето съдържание.

Рефлекс и рефлексна дъга

- Веригата от рецептор, сетивен неврон, двигателен неврон и самия мускул се нарича рефлексна дъга. В повечето случаи между двете нервни клетки има вмъкнати една или повече други нервни клетки, които също принадлежат към рефлексната дъга.

- Чрез такива рефлексни дъги се извършват различни рефлекси - реакции, възникващи при действие на дразнители. Така например ние отдръпваме ръката си при опарване или убождане. В този случай в резултат на болковото дразнене нервните импулси се провеждат от рецептора по сетивния неврон до гръбначния мозък, където възбуждането се предава на двигателния неврон. Той провежда нервни импулси до съответния мускул, който се съкращава. Чрез подобна рефлексна дъга се осъществява и коленният рефлекс. При удар по сухожилието на четириглавия бедрен мускул под колянното капаче този мускул се съкращава и подбедрицата отскача напред. При удара се дразнят рецептори в сухожилието, които са свързани със сетивния не зон. Той изпраща импулси до двигателния неврон, а той от своя страна до мускула, който се съкращава. С помощта на рефлексни дъги се осъществява рефлексната функция на гръбначния мозък

Обща характеристика на главния мозък

- Главният мозък е разположен в черепната кухина. Теглото на човешкия мозък е средно 1400 д. То не е от съществено значение за интелекта на дадения човек. Във вътрешността на главния мозък се намират четири кухини (мозъчни стомахчета), които са изпълнени с гръбначно мозъчна течност. От главния мозък излизат 12 чифта черепно мозъчни нерви. Главният мозък се дели на няколко части: продълговат мозък, мост, среден мозък, междинен мозък (тези части образуват мозъчен ствол), малък мозък и краен мозък.

Продълговат мозък, мост и среден мозък

- Продълговат мозък. Той е продължение на гръбначния мозък. Бялото мозъчно вещество е разположено отвън. В намиращото се отвътре сиво мозъчно вещество са разположени центровете за регулиране на редица жизнено важни функции на организма: кръвообращението, дишането, повръщането, слюноотделянето и др. Увреждането на центъра на на дишането и на кръвообращението води до смърт. От продълговатия мозък излизат черепномозъчни нерви, между които е блуждаещият нерв. Той провежда импулси към повечето от вътрешните органи и сърцето.

- Мостът е продължение на продълговатия мозък. От него също започват черепномозъчни черепномозъчни нерви. Чрез тако тях се инервират мимически-

те и дъвкателните мускули, слюнчените жлези, кожата на лицето, устната и носната кухина. До него достига и се обработва информация от слуховия орган и от органа на равновесието.

- Средният мозък е продължение на моста. Тази част на мозъка е свързана със зрението и слуха. с зрението и слуха. Тя има водеща роля при рибите и земноводните, но при човека е отстъпила тази роля на крайния мозък. От нея започват нервни пътища, които достигат до нервните клетки в гръбначния мозък, инервиращи мускулите. В средния мозък се намират центрове, които са свързани с двигателната дейност, и център, който потиска болката.

Малък мозък

- Малкият мозък се намира под тилните дялове на крайния мозък и зад мозъчния ствол. Той е свързан с продълговатия мозък, моста и средния мозък. Теглото му е около 150 д. Изграден е от две полукълба, които имат кора от сиво вещество. Кората е силно нагъната във вид на напречни бразди. До малкия мозък достига информация от много източници: стави, сухожилия, мускули, орган на равновесието и от кората на крайния мозък. Функцията му е свързана с несъзнателния контрол на движенията, мускулния тонус и равновесието. Увреждането на някои части на малкия мозък довежда до отслабване на мускулния тонус, загуба на координация на движенията, лесна уморяемост, загуба на равновесие. При ходене болният залита назад и настрани.

Междинен мозък

- Междинният мозък е продължение на средния и е свързан с двете полукълба на крайния мозък. Той се състои от два хълма и подхълмие. Двата хълма имат яйцевидна форма и са изградени от сиво мозъчно вещество. До тях достига информация от всички сетивни системи. Там тя се обработва, обединява и подрежда и така се предава на кората на крайния мозък. Към междинния мозък е прикачена ендокринната жлеза епифиза.

- Подхълмието е малка част от главния мозък с тегло само 3,5 г. но то регулира някои извънредно важни функции на организма. Подхълмието е най-важният център на вегетативните функции (функциите на вътрешните органи) и на някои форми на поведението. В подхълмието се обединяват функции от сетивен, вегетативен и хормонален характер. Към него е прикачена хипофизата (ендокринна жлеза). В подхълмието се образуват някои от хормоните й, а производството на други нейни хормони се контролира от него.

- Там се намират важни центрове за контрол на: телесната температура, жаждата, сърдечната дейност и кръвното налягане, апетита, ритъма сън-будно състояние. Подхълмието участва в регулирането на отделянето на половите хормони, на менструалния цикъл, половото поведение, проявите на страх, ужас, агресия, радост и други

Краен мозък строеж

- Крайният мозък е най-добре развитата част на главния мозък, която представлява 80% от неговата маса. При човека в сравнение с другите бозайници той е изключително силно развит.

- Крайният мозък се състои се от две полукълба, които са свързани помежду си със снопове бяло вещество. Те изграждат т. нар. мазолесто тяло. Така двете полукълба могат да функционират заедно. Мозъкът на жената е със 100-150g по-лек от този на мъжа, но тя има по-малка телесна маса. Масата на мозъка не е от съществено значение за интелектуалните способности на човека. Има велики учени и писатели, които са имали по-малка маса на мозъка от средна та. Мозъкът на новороденото е около 400 д. В края на първата година масата му се удвоява, а на шест годишна възраст тя достига 90% от крайната си стойност. След 50-55-годишна възраст масата на мозъка започва да намалява.

- По повърхността на всяко полукълбо се намира сиво вещество, което образува мозъчната кора. Под нея е разположено бялото вещество, което е изградено от аксони на нервни клетки, намиращи се в кората и в по-долните части на централната нервна система. Тези аксони изграждат проводни пътища, които осъществяват връзката на двете полукълба помежду им, както и на крайния мозък с мозъчния ствол и гръбначния мозък.

- В основата на крайния мозък в бялото вещество се намират струпвания от сиво вещество. Те се наричат базални ядра и са свързани с двигателната дейност. При тяхното увреждане настъпват различни смущения в двигателната активност на човека.

- Кората на крайния мозък е нагъната, с което се увеличава нейната повърхност. Общата площ на кората на двете полукълба е около 2500 $см^3$. Някои от браздите са по-големи и разделят полукълбото на четири основни дяла: челен, теменен, тилен и слепоочен. Кората има дебелина 2-5 mm и е изградена от около 14 милиарда нервни клетки, подредени в слоеве.

Краен мозък функции

- По-старата в еволюционното развитие на човека част на кората има три-четири слоя неврони. Тя е свързана с емоциите, поведението за запазването на индивида (страх, ярост, агресия), запазването на вида (полово поведение и майчинско чувство) и паметта . Новата кора е шестслойна и заема много по-голяма площ от кората. Тя е свързана с висшата нервна дейност. В нея има зони, които изпълняват различни функции. Те представляват корови краища на сетивните системи (анализаторите). Във всеки дял на полукълбото има такива корови зони. В задната част на челния дял пред т. нар. централна бразда се намира двигателната зона или зоната на волевите движения. При увреждане на тази зона в едното полукълбо настъпва парализа на мускулите в противоположната страна на тялото. Обикновено в лявото полукълбо на десняците и при повечето леваци се намират центрове, които са свързани с човешката реч. При 1/3 от леваците речевите центрове са разположени в дясното полукълбо. При тяхното увреждане може да настъпи загуба на говора, неспособност да се разбира човешката реч, невъзможност да се чете и пише.

- Зад двигателната зона в предната част на теменния дял се намира зоната за общата сетивност. До нея достига информация за повърхностната и дълбоката сетивност. Чрез повърхностната сетивност човек възприема допир, натиск, болка

и температура. Дълбоката сетивност осигурява информация за степента на свиване и разгъване на мускулите и положението на крайниците и тялото в пространството. Пример за дълбоката сетивност е ориентацията на човек при пълна тъмнина, която нищо не се вижда и информацията се получава от мозъка чрез положението на крайниците. В близост се намира вкусовата зона. В тилния дял е разположена зрителната зона. При нейното увреждане настъпва т. нар. корова слепота, въпреки че окото и зрителният нерв са напълно здрави. В слепоочния дял се намира слуховата зона, а в съседство с нея е разположена равновесната. В малки пиленца в основата на полукълбата се намира обонятелната зона.

- Двете полукълба не са еднакви по своите функционални възможности. Лявото полукълбо има по-добри математически възможности, то осъществява абстрактното мислене, а дясното е свързано с музикалните и художествените способности и със способността за ориентация в дадена местност.

- Би могло да се каже, че лявото полукълбо е „рационалната" част на крайния мозък, а дясното интуитивната" част. Главният мозък е много богато кръвоснабден. Нервните клетки са особено чувствителни към липсата на кислород. Прекъсването на кръвния ток към мозъка за повече от 5 min води до смъртта на множество нервни клетки.

Условни и безусловни рефлекси

- Различават се два вида рефлекси - безусловни и условни. Безусловните рефлекси са вродени, защото се предават от поколение на поколение и се появяват още с раждането. Те са хранителни (сукане, гълтане), защитни (кихане, мигане, отдръпването при болка), рефлекси за продължение на рода и др. Безусловните рефлекси са видови, т.е. при- същи са на всички представители на един и същи вид, и постоянни запазват се през целия живот на индивида, без да се изменят Поредицата от безусловни рефлекси, които протичат в определен ред в отговор на изменения на средата, се нарича инстинкт.

- Условните рефлекси са придобити по време на индивиду дното развитие. Такъв рефлекс е например отделянето на храносмилателни сокове още при вида и мириса на вкусна храна. Условните рефлекси се изграждат на базата на безусловните рефлекси под влияние на условията на околната среда. Те са индивидуални, т.е. възникват в отделен човек, и временни ествуват само при действието на даден фактор.

- Изграждане на условни рефлекси. Класически пример за изработване на условен рефлекс е опитът с куче, предложен от руския физиолог Павлов. За целта той направил отвор на слюнчения канал на куче, така че при хранене слюнката изтича извън устата на животното и можело да се установява когато отделя слюнка. Първоначално при даване на храна кучето от деляло слюнка, а при позвъняване със звънец не отделяло спонка. По-късно ученият започнал да подава сигнал със звъ- нец малко преди да даде храна на кучето. При многократно повтаряне на експеримента след време той установил, че животното започнало да отделя слюнка и само при позвъняване, преди още да му се даде храна. Кучето придобило условен рефлекс при едновременното действие на

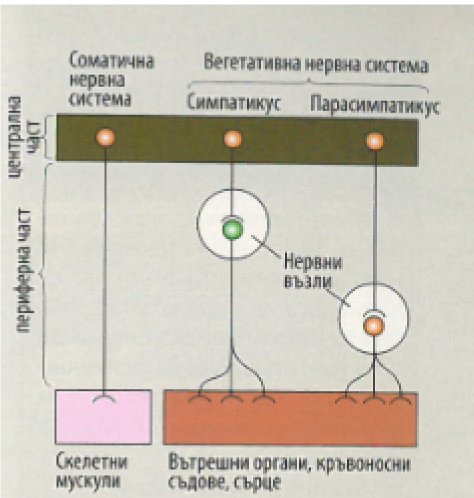
условен дразнител (звънене) и безусловен дразнител (храна). Павлов обяснил изграждането на условен рефлекс със създаването на временна връзка между вкусовата и слуховата зона в мозъчната кора на опитното животно.

- Условните рефлекси имат голямо значение за бързата адаптация към променящата се среда на живот. Те са в ос- новата на дресировката на животни, на придобиването на нови знания, обучението и възпитанието на хората,

Вегетативна нервна система общи данни и строеж

- Вегетативната нервна система инервира всички вътрешни органи, жлезите, сърцето и кръвоносните съдове. Така тя контролира вътрешната среда на организма. Жизнено важни функции като храносмилане, дишане, кръвообращение, обмяна на веществата, секреция, поддържане на водно-солевото равновесие, размножаване се контролират от нея.

- Дейността на вегетативната нервна система не е под волев контрол, затова тя се нарича и автономна нервна система. Тази система функционира в голяма степен самостоятелно или автономно. По този начин вътрешните органи, сърцето, кръвоносните съдове, потните жлези, гладките мускули на космите в кожата и други функционират без човешкия волев контрол. Вегетативната нервна система контролира постоянството на телесната температура. Дори когато сме в безсъзнание или под дълбока наркоза, вегетативната нервна система продължава да функционира самостоятелно. Все пак някои нейни функции могат да се повлияват от човешкото емоционално състояние и воля. Например при изживяване на страх, напрегнато очакване, гняв, радост, любов, при напрегната умствена дейност е възможно да се повлияе вегетативната нервна система и в резултат да настъпи сърцебиене, повишено кръвно налягане, изпотяване (включително на дланите), зачервяване, побледняване, изправяне на космите („гъша" кожа), сухота в устата, засилване активността на червата и пикочния мехур



Фиг. 2. Строеж на соматична и вегетативна нервна система

Вегетативна нервна система функции

- Симпатиковата и парасимпатиковата част на вегетативната нервна система обикновено имат противоположно действие. Симпатиковата ускорява сърдечната дейност, стеснява кръвоносните съдове, повишава кръвното налягане, намалява

образуването на храносмилателни сокове, понижава перисталтиката на стомаха и червата, разширява въздухоносните пътища в белите дробове, разширява зеницата. Под действието на симпатиковите импулси организмът се мобилизира, повишава своята физическа активност, за да преодолее някакви критични състояния. Израз на това е ускорената сърдечна дейност, усиленото дишане, повишената температура, намалената в случая активност на храносмилателната система. Парасимпатиковата част обратно забавя сърдечната дейност, понижава кръвното налягане, свива малките бронхи в белите дробове, тоест понижава дихателната активност, засилва перисталтиката на стомаха и червата, засилва дейността на храносмилателните жлези, стеснява зеницата. Парасимпатиковите импулси позволяват на организма да понижи своята активност, да се успокои и да запази енергия. Тези два отдела на вегетативната система контролират също така изпразването на пикочния мехур и правото черво, половата функция.

- Централната симпатикова и парасимпатикова част са под висшия контрол на подхълмието на междинния мозък.

- Със своето действие вегетативната нервна система така променя вътрешната среда на организма, че му позволява да се приспособи при повишени изисквания, каквито са физическата работа, поемането на храна и на голямо количество течности, повишената или пони- жената температура на средата и други.

Ендокринна система

Функция на ендокринната система

- Всички системи в човешкия организъм работят съгласувано, като едно цяло, в резултат на хомеостазата (постоянството на вътрешната среда независимо от условията на околната среда). Тя се постига благодарение на две системи за контрол (регулация) нервната и ендокринната.
- Ендокринната система е съставена от жлезите с вътрешна секреция ендокринните жлези . Секретът, който те произвеждат, съдържа вещества, наречени хормони, които се отделят направо в кръвта и се пренасят до всички части на тялото. Всеки хормон въздейства върху определени клетки и променя техните функции. Чрез хормоните се регулират всички основни жизнени процеси обмяната на веществата, растежът, развитието, размножаването и др. Хормоналната регулация е по-бавна от нервната регулация, но с по-продължителен и траен ефект.

Хипофиза (вкл. текст от таблица)

- Разположена е под междинния мозък. Състои се от два дяла преден и заден.

- Повечето хормони на хипофизата се произвеждат от предния й дял. Те регулират секрецията на хормони от други ендокринни жлези.

- Два от хормоните на предния дял активират дейността на половите жлези (семенниците и яйчниците) и повишават секрецията на полови хормони. Предният дял на хипофизата отделя и хормони, които повишават секрецията на хормони от щитовидната жлеза и кората на надбъбречните жлези. Хипофизен

хормон повишава и продукцията на мляко в млечните жлези. От предния дял на хипофизата се отделя и хормон на растежа. Той стимулира растежа на костите и на човешкото тяло. Намалената му секреция в детска и юношеска възраст води до изоставане в растежа и заболяване, известно като хипофизно джудже. Повишената секреция на хормона води до засилен растеж и гигантизъм.

- Задният дял на хипофизата отделя два хормона. Единият се нари ча родов хормон и предизвиква съкращение на мускулатурата на матката (контракции), улеснявайки раждането. Другият хормон (антидиуретичен) влияе върху невроните в бъбреците, като противодейства на отделянето на вода чрез урината. Така основното количество вода в организма се запазва.

Епифиза, щитовидна и околощитовидни жлези (вкл. текст от таблица)

- Щитовидна жлеза. Разположена е около началото на трахеята, под гръкляна . Нейните хормони стимулират обмяната на веществата и развитието. Хормоните на щитовидната жлеза съдържат йод. Ако във водата или в храната не се съдържа достатъчно йод, щитовидната жлеза се разраства и причинява т. нар. гуша.

- Основният хормон на щитовидната жлеза се нарича тироксин. Недостатъчната му секреция в детска възраст води до изоставане в умственото и физическото развитие кретенизъм. Приемането на йодирана готварска сол намалява риска от това заболяване.

- Секрецията на по-голямо от нормалното количество тироксин от щитовидната жлеза предизвиква тиреотоксикоза, която се характеризира с отслабване на организма, изпъкване на очите, повишена нервна възбуда.

- От щитовидната жлеза се отделя и хормон, който понижава съдържанието на калций в кръвта. Той стимулира образуването на костите.

- Околощитовидни жлези. Те са 4 малки телца с големината на оризово зърно, разположени по задната повърхност на щитовидната жлеза. Те отделят хормон, който повишава калция в кръвта, но намалява съдържанието му в костите и те стават чупливи. При понижено отделяне на хормон калцият в кръвта намалява, при което в скелетната мускулатура възникват гърчове.

Панкреас описание и функция (като част от ендокринната система)

- Задстомашна жлеза (панкреас). Това е жлеза от смесен тип-с външна и вътрешна секреция: тя отделя задстомашен сок и хормони. Задстомашният сок се излива в дванадесетопръстника (външ на секреция) и играе съществена роля в храносмилането. Хормоните на жлезата са два. Те се образуват в струпвания от ендокринни клетки, наречени Лангерхансови острови.

- Основният хормон на жлезата се нарича инсулин. Той понижава съдържанието на глюкозата в кръвта, като предизвиква превръщането ѝ в гликоген и в мазнини.

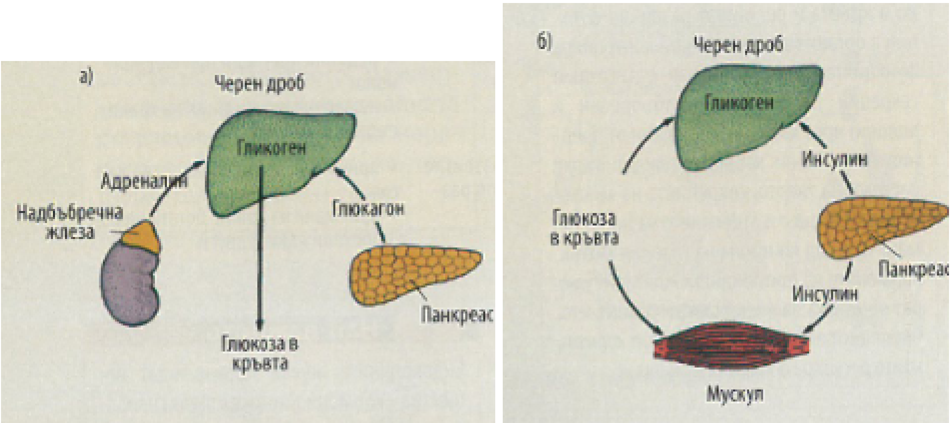
- Намалената секреция на инсулин води до развитие на болестта диабет (захарна болест) увеличено съдържание на глюкоза в кръвта, което предизвиква

увреждане на редица органи и системи. Инжектирането на инсулин нормализира съдържанието на глюкоза в кръвта и състоянието на организма. Диабетът се проявява с непрекъсната жажда и често уриниране.

- В резултат на болестта настъпват усложнения увреждане на бъбреците, зрението, нервите, кръвоносните съдове и др. При диабета има известно наследствено предразположение, но може да бъде причинен и от други фактори затлъстяване, стрес, заседнал начин на живот, вирусни инфекции и други.

- Друг хормон на жлезата е глюкагонът. Той има противоположно на инсулина действие. Когато съдържанието на глюкозата в кръвта е недостатъчно, под негово влияние гликогенът се разгражда до глюкоза. Двата хормона участват в регулирането на съдържанието на глюкозата в кръвта.

Схема за хормонален контрол на съдържанието на глюкоза в кръвта



Надбъбречни жлези

- Върху горната част на всеки бъбрек е раз положена малка жлеза, наречена надбъбречна. Изградена е от две части с различна структура и функции кора и сърцевина, които отделят различни хормони. Хормоните на кората влияят върху обмяната на минералните соли, белтъците, мазнините и въглехидратите в организма. Те се секретират в голямо количество при повишено напрежение (стрес) в организма.

- Намалената секреция на кората на надбъбречните жлези води до заболяване, при което организмът обеднява на натрий, нарушава се обмяната на веществата.

- Хормонът на сърцевината на жлезата е адреналинът. Той също е хормон на стреса. Когато организмът е в състояние на силна възбуда, ярост, страх, главният мозък изпраща сигнали до надбъбречните жлези, които отделят голямо количество адреналин в кръвта. Той предизвиква няколко ефекта в организма за защита от опасност повишава сърдечната дейност, дишането, глюкозата в кръвта и така увеличава снабдяването на мозъка и мускулите с кислород и енергия. Притокът на кръв към кожата и храносмилателната система намалява. Това позволява да се увеличи кръвоснабдяването към критичните места мозъка, сърцето, белите дробове и скелетните мускули.

Полови жлези (като част от ендокринната система)

- Освен полови клетки половите жлези отделят полови хормони. Женските полови хормони са естрогени (главно естрадиол) и прогестерон. Естрадиолът стимулира развитието и функциите на женските полови органи и формирането на вторичните женски полови белези: развити млечни жлези, по-фина структура на скелета, по-широк таз, по-слаба мускулатура, по-оскъдно окосмяване на тялото, по-висок тембър на гласа. Естрадиолът регулира женските полови цикли. Прогестеронът се отделя от жълтото тяло и има важно значение за протичането на бременността. Недостатъчното му количество води до спонтанно абортиране на плода. Той също участва в регулацията на женските полови цикли.

- Основният мъжки полов хормон е тестостеронът. Той стимулира развитието и функциите на мъжките полови органи и формирането на вторичните мъжки полови белези: характерна структура на скелета, по-голяма мускулна маса, по-нисък тембър на гласа, окосмяване на лицето, гърдите, половата област и крайниците. Тестостеронът силно стимулира белтъчния синтез.

- Активната дейност на половите жлези отделянето на полови хормони, предизвиква настъпване на пубертета. Това е преходна възраст, в която се формират характерните белези на женския и мъжкия пол. Стихването на дейността на половите жлези се означава като климакс (критична възраст). При него се ускорява процесът на стареене, което доказва значението на половите хормони за жизнените процеси.

Нарушения и заболявания	Причини	Признаци	Профилактика
Гигантизъм (прекомерно висок ръст)	• повишена секреция на хормона на растежа от хипофизата в детска и юношеска възраст	• засилен растеж • много висок ръст	• редовни консултации с детски лекар и ендокринолог
Хипофизно джудже (много нисък ръст)	• намалена секреция на хормона на растежа от хипофизата в детска и юношеска възраст	• изоставане в растежа • много нисък ръст	• редовни консултации с детски лекар и ендокринолог
Акромегалия (увеличени размери на крайните части на тялото)	• повишена секреция на хормона на растежа в напреднала възраст • доброкачествено туморно увеличаване на предния дял на хипофизата	• увеличаване размерите на крайните части на тялото – носа, ръцете, стъпалата	• консултации с ендокринолог • редовни прегледи за ранна диагностика на ракови заболявания
Беззахарен диабет (увеличаване на кръвната захар)	• намалена секреция на антидиуретичен хормон от задния дял на хипофизата	• увеличено съдържание на глюкоза в кръвта, поради намалено количество на вода в кръвта	• консултации с ендокринолог
Тиреотоксикоза (нарушение във функциите на щитовидната жлеза)	• повишена секреция на хормона тироксин от щитовидната жлеза	• изпъкване на очните ябълки • повишена нервна възбуда • намаляване на теглото	• редовни прегледи при ендокринолог • намалена консумация на храни, съдържащи йод
Кретенизъм (нарушение в умственото и физическото развитие)	• намалена секреция на тироксин в детска възраст	• изоставане в умственото развитие • изоставане във физическото развитие	• приемане на йодирана готварска сол • приемане на храни, богати на йод – орехови ядки и други

Нарушения и заболявания	Причини	Признаци	Профилактика
Диабет (захарна болест)	• намалена секреция на инсулин от задстомашната жлеза	• увеличено съдържание на глюкоза в кръвта • увреждане на бъбреците • увреждане на зрението • увреждане на червените кръвни клетки	• намалена консумация на захари • поддържане на нормално телесно тегло • двигателна активност
Стрес (състояние на силно нервно напрежение)	• повишена секреция на адреналин в кръвта • действие на стресови фактори	• силна възбуда – ярост, страх • сърцебиене • учестено дишане • увеличено съдържание на глюкоза в кръвта • пребледняване	• спокойна работа и натоварване • избягване на стресови фактори
Аменорея	• нарушение в секрецията на женските полови хормони	• липса на менструация	• пълноценно хранене • редовни гинекологични прегледи
Спонтанен аборт	• недостатъчна секреция на прогестерон	• абортиране на плода (преждевременно раждане)	• пълноценно хранене • редовни гинекологични прегледи
Климакс (менопауза)	• стихване на функцията на половите жлези • намалена секреция на женски полови хормони	• липса на менструация • крехки и чупливи кости • ускорено стареене	• пълноценно хранене

Сетивни системи

Общи данни за сетивните системи

- Човекът получава и реагира на различни усещания и възприятия. Едни от тях са болезнени, други са приятни. Тези възприятия му позволяват да преценява състоянието на своето тяло и промените на околната среда. Способността на организма да възприема различните видове дразнения се нарича сетивност и се обуславя от различни сетивни системи.

- Информацията, която се получава от съответните рецепторни клетки, се провежда по сетивните проводни нервни пътища в централната нервна система. Там информацията се преработва, анализира и осъзнава. Сетивните системи се наричат и анализатори. Всеки анализатор е съставен от три части: периферна рецепторни клетки, проводна проводни нервни пътища, и корова (централна) сетивна зона в кората на крайния мозък.

Очна ябълка

- Зрението е най-важното сетиво на човека. С него се усвояват 85% от сетивната информация. Със зрителната система се възприема светлината, разпознават се формите на предметите и живите организми, определя се движението им, различават се цветовете.

- Зрителната система (зрителният анализатор) се състои от зрителния орган (окото), зрителния нерв и частите на мозъка, до които достига и се обработва зрителната информация.

- Окото е изградено от очна ябълка и допълнителни органи (мускули, клепачи и слъзен апарат). То е разположено в орбитата на черепа. Очна ябълка. Очната ябълка има кълбовидна форма и се състои

- от три обвивки, стъкловидно тяло и леща. Външната обвивка отпред е прозрачна и се нарича роговица, а останалата част - склера (бялото на окото). Склерата е изградена от плътна съединителна тъкан, не е прозрачна и има защитна роля.

- Средната обвивка съдържа множество кръвоносни съдове и пигментни клетки. В предната ѝ част са разположени ирисът и ресничестото тяло. В ириса има пигментни клетки, които определят цвета на окото от светло сив до черен. В централната му част има отвор зеница, през която преминават светлинните лъчи. В ириса са раз- положени гладки мускули, които разширяват и стесняват зеницата. При силна светлина тя се стеснява, а при по-слабо осветление се разширява. Това е зеничен рефлекс.

- В ресничестото тяло има мускул, който е прикрепен към лещата чрез ресни.

- Ретината е вътрешната, светлочувствителната обвивка на очната ябълка. В нея се намират светлочувствителни клетки (фоторецептори): пръчици за светло и тъмно, и колбички за цветно виждане. Пръчиците са разположени равномерно. В централната част на ретината те липсват, там има струпване на колбички и мястото се нарича жълто петно. На това място виждането е най-ясно. В ретината се намират и нервни клетки, чиито израстъци образуват зрителния нерв. Там, където се образува нервът в ретината, липсват пръчици и колбички. Това място се нарича сляпо петно..

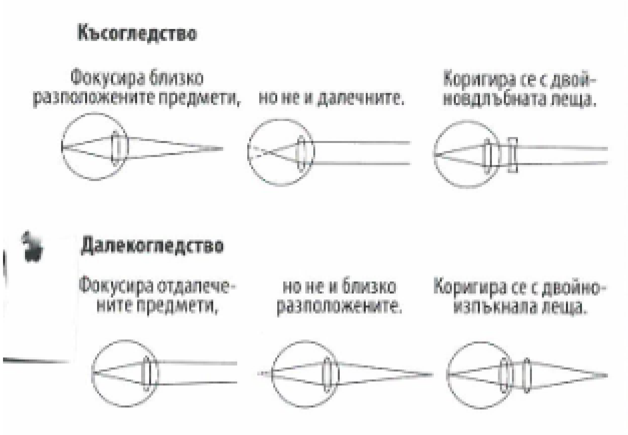
- В светлочувствителните клетки на ретината се намират зрителни пигменти, които поглъщат светлинните лъчи дразнител за пръчиците и колбичките. При въздействието на лъчите в рецепторните клетки възникват нервни импулси, които се предават на нервните клетки.

- Зрителните пигменти са вещества, производни на витамин А. Липсата на този витамин води до намаляване на зрението и дори до слепота. Зрителният нерв провежда зрителната информация до междинния мозък. Намиращите се там нервни клетки предават тази информация до зрителната зона на кората на крайния мозък и така се възприема образът.
-
- Вътрешността на очната ябълка се заема от стъкловидно тяло, което е прозрачно, пихтиесто вещество. Пред него и зад ириса се на- мира леща двойноизпъкнала и прозрачна. Посредством реснички лещата е прикрепена към ресничестия мускул. С негова помощ тя променя своята изпъкналост. Така с промяната на нейната форма (акомодация) може да се вижда наблизо и далеч. Лещата фокусира светлинните лъчи върху ретината (фоторецепторите).

- Мускулите на очната ябълка са общо шест. С тяхна помощ тя се движи. Клепачите предпазват окото. По вътрешната им повърхност и по видимата част на склерата има лигавица конюнктива. По свободните ръбове на клепачите има

косми мигли, които също имат защитна функция. Разположената над горния клепач вежда предпазва от стичането на капки пот към окото. Слъзният апарат включва слъзната жлеза и носовослъзния канал. Слъзната жлеза е разположена в орбитата, отгоре и странично над очната ябълка. Нейният секрет се размазва постоянно от премигването с клепачите. Така роговицата се предпазва от изсъхване и се премахват прашинки и микроорганизми. Сълзите изтичат постоянно през носовослъзния канал в носната кухина

Схема за късогледство и далекогледство



Външно ухо. Средно ухо и слухови костици.Вътрешно ухо

- Слухова сетивна система. Слухът е сетивност за възприемане на звукови дразнения. Звукът е физично явление механични трептения и вълни с различна честота, които се разпространяват в газове, течности и твърди тела и се възприемат от ухото на човека и животните. Слуховите възприятия са от значение за възприемане на околната среда и за развитието на речта.

- Органът на слуха ухото, се състои от три части: външно, средно и вътрешно ухо. Последните две части се намират в слепоочната кост

- Външното ухо е изградено от ушна мида и външен слухов проход с дължина 2,5 см, покрити с кожа. Ушната мида е образувана от еластичен хрущял. В кожата са разположени жлези, които отделят секрет, образуващи ушна кал. Външното ухо събира звуковите вълни и ги провежда до тъпанчевата мембрана, която се намира на границата със средното ухо. Средното ухо се състои от тъпанчева мембрана, тъпанчева кухина, слухови костици в нея и Евстахиева тръба. Тъпанчевата кухина е изпълнена с въздух и е свързана посредством Евстахиевата тръба с гълтача. Затова възпаление на гълтача може лесно да премине в средното ухо

- Слуховите костици са три: чукче, наковалня и стреме. Те са свързани помежду си с малки стави. Трептенията на тъпанчевата мембрана се предават на свързаното с нея чукче, а стремето ги предава на вътрешното ухо. Вътрешното ухо (лабиринт) е образувано от костно вещество и се състои от две части: органа на равновесието и слуховия орган, който поради своята форма се нарича охлюв. Във вътрешността на костния лабиринт се намира ципест лабиринт, изпълнен с течност. В костния охлюв има ципест канал с три стени. На една от тях се намира

основната мембрана. Върху нея е разположен Кортиевият орган. В него се намират слухови сетивни клетки, които на горната си повърхност имат множество реснички, допиращи се до покривна мембрана. Тя покрива Кортиевия орган отгоре. С долната си част тези клетки са свързани с влакната на слуховия нерв, който провежда слуховата информация до междинния мозък и оттам до кората на крайния мозък.

- Слуховите костици предават трептенията си на течността в охлю- ва, а тя ги предава на основната мембрана на ципестия канал. Така разположените върху нея сетивни клетки се допират до покривната мембрана и в тях възникват импулси. Те се предават на нервните влакна на слуховия нерв

Система на равновесието

- Основната сетивна информация за поддържане на равновесието идва от равновесната част на вътрешното ухо и от рецепторите за дълбоката сетивност в мускулите, сухожилията и ставите.

- Органът на равновесието (вестибуларен апарат) представля- ва част от лабиринта на вътрешното ухо, която е изградена от две торбички и три полуокръжни канала, разположени в трите основни равнини на пространството. Трите канала са запълнени с течност. На определени места в двете торбички и в полуокръжните канали се на мират специални сетивни клетки, които се възбуждат от движението на течността в торбичките и каналите при определено положение или движение на главата. Под тях се намират влакната на рав новесния нерв, които приемат възбуждането на сетивните клетки и изпращат информацията до съответните зони на мозъка. Малкият мозък има особено важно значение за равновесието, защото именно до него достига информацията.

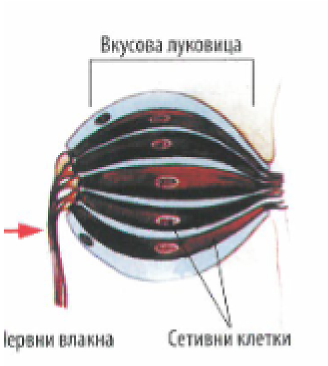
- Силното дразнене на равновесния апарат от морското вълнение при пътуване с кораб води до усещане за световъртеж, повръщане, изпотяване, сърцебиене и др. (морска болест).

Вкусова система и схема на вкусова луковица

- Вкусова система. Вкусът (вкусовата сетивност) има значение за определяне качествата на поетата храна. Той представлява процес, при който разтворените вещества в храната въздействат върху сетивните вкусови клетки.

- Вкусовите сетивни клетки (рецептори) са разположени във вкусови луковици, които се намират предимно в брадавичките по горната повърхност на езика, както и в лигавицата на мекото небце и в горната част на гълтача. Рецепторните клетки възприемат вкусовите дразнения. Съществуват четири основни вкусови усещания за сладко, за горчиво, за кисело и за солено, разпределени в зони: за сладко върха на езика, за горчиво задната му част, за кисело и солено ръбовете на езика.

- Импулсите от рецепторните клетки се предават на съответните нерви, които провеждат вкусовата информация до междинния мозък и до мозъчната кора, където тя се възприема като вкусови усещания.



Обонятелна система

- Обонянието (обонятелната сетивност) е чувствително към летливи и разтворими вещества, намиращи се във въздуха или храната. Миризните вещества във въздуха попадат в носната кухина по време на вдишването. По-малко количество ми- ризми навлизат от устната кухина в носната кухина.

- Човекът различава 2000-3000 различни миризми. Мирисната информация се възприема от обонятелни рецепторни клетки, които се намират в горната част на носната кухина. Тази обонятелна зона има площ 5-8 cm^2. Обонятелните рецепторни клетки са видоизменени нервни клетки с периферен и централен израстък. Периферният израстък завършва с разширение, от което излизат няколко реснички. Мирисните вещества достигат до ресничките, като се свързват с тяхната клетъчна мембрана. Възникналите от дразненето нервни импулси се провеждат по централния израстък и така достигат до крайния мозък, където се възприема обонятелната информация.

- Обонянието служи за индивидуална оценка на обстановката в околната среда. То помага и при преценката на качествата на храната.

Обща сетивност

- Общата сетивност обхваща способността за получаване на информация от кожата, ставите, мускулите, сухожилията и вътрешните органи. Тя се разделя на: повърхностна сетивност, дълбока сетивност и сетивност от вътрешните органи и кръвоносната система.

- Повърхностна сетивност. Нейните рецептори са разположени в кожата и в някои лигавици. Тя осъществява връзката между външната среда и организма. Съществува повърхностна сетивност за допир, за натиск, за болка и за температура

- Усещането за болка се възприема от специализирани нервни влакна, които са болковите рецептори. Дразнителят може да бъде химичен, топлинен или механичен. В мозъка на човека има центрове, които потискат болката.

- Усещането за допир и натиск се възприема от различни видове специализирани нервни влакна, както и от нервни влакна около корените на космите. Чрез сетивността за температура се възприема дразнене за топло и за студено, като рецепторите са различни.

- Дълбока сетивност. Чрез нея се възприема положението и движенията на тялото и крайниците. Рецепторите на дълбоката сетивност са разположени в ставите, сухожилията и мускулите.

- Вътрешна сетивност. Сетивността от вътрешните органи и кръвоносната система позволява да се получава информация за тяхното състояние.

Кожа

- Кожата покрива и защитава организма от вредните въздействия на околната среда и е един от най-важните сетивни органи. Благодарение на големия брой нервни окончания в нея, организмът възприема дразнения от външната среда и се адаптира към настъпилите промени.Кожата е най-външната обвивка на човешкото тяло, която е изградена от два слоя: външен епидермис, и вътрешен дерма. Под дермата се разполага подкожие от мастна тъкан.

Епидермис

- Епидермисът е изграден от многослоен покривен епител, който достига най-голяма дебелина (около 1,4 mm) в областта на ходилата. Най-горните му слоеве са от мъртви вроговени клетки, които се излющват непрекъснато. Най-дълбокият клетъчен слой е образуван от клетки, които се делят непрекъснато. Новите клетки изтласкват ста- рите в по-горните слоеве. В този слой има и клетки, които произвеждат тъмния пигмент меланин. Той поглъща вредните ултравиолетови лъчи от слънчевата светлина и предпазва клетките в по-дълбоките слоеве на кожата. Доказателство за защитната функция на меланина е фактът, че при по продължително пребиваване на море или планина в епидермиса се натрупва значително количество от този пигмент, предпазвайки от вредното въздействие на ултравиолетовите лъчи.

- Най-повърхностният слой на епидермиса е изграден от рогов слой. Клетките му са загубили ядрата си, а цитоплазмата им е изцяло заместена от рогово вещество. Най-външната част на този слой е подложена на излющване и затова се възстановява непрекъснато от по-дълбоките слоеве на епидермиса. Роговият слой осигурява надеждна защита от различни вредни въздействия на външната среда (болестотворни микроорганизми, химични и физични фактори), как- то и от загуба на вода.

Дерма и кожни жлези

- Дермата е изградена предимно от съединителна тъкан. Съдържа голямо количество колагенови и еластични влакна, благодарение на които кожата е гъвкава и еластична. Техният брой намалява с възрастта и кожата загубва своята еластичност и гладкост. Дермата е богато кръвоснабдена, което има значение за регулацията на телесната температура. В дермата и епидермиса се разполагат нервни разклонения (окончания), благодарение на които човешкият организъм получава непрекъснато информация за промените във външната среда. Непосредствено под епидермиса дермата образува изпъквания (папили), които са най-добре изразени по дланите и пръстите, като формират строго индивидуален рисунък. Той се използва в съдебната медицина и

криминалистиката. В дермата на различна дълбочина се разполагат потните и мастните жлези, както и корените на космите.

- Потни жлези има по цялото тяло, като най-много са по дланите, стъпалата, слабините и под мишниците. Представляват тръбички, на които единият край е навит на кълбце, разположено в дермата. Другият край се отваря на повърхността на кожата. Секретът на потните жлези потта, съдържа вода, в която са разтворени някои соли (NaCl) и крайни продукти на обмяната урея и др. Потните жлези играят важна роля в терморегулацията.

- Мастните жлези имат изходни канали, които се отварят в космената торбичка. Клетките им отделят мастен секрет, който смазва космите и епидермиса, като го предпазва от засъхване и напукване. Разрушените клетки непрекъснато се възобновяват посредством делене на основния клетъчен слой.

- Придатъци на кожата са космите и ноктите. Те са рогови образувания на епидермиса. Косми покриват цялото тяло с изключение на дланите, ходилата, пръстите, устните. Те са изградени от корен в дермата и ствол, който излиза над повърхността на кожата. Коренът на косъма се намира в космена торбичка, където нараства и се смазва. Ноктите имат защитна функция. Те покриват крайните части на пръстите, където са струпани голям брой нервни окончания

- Кожата изпълнява редица важни функции: защитна, сетивна, отделителна, терморегулаторна. Тя покрива човешкото тяло и го предпазва от болестотворни микроорганизми, от вредното действие на ултравиолетовите лъчи, от загуба на вода и други, т.е. осъществява защитна функция. Сетивната функция на кожата се осъществява от рецептори за възприемане на външни дразнения за допир, натиск, топло, студено, болка. При хора с увредено зрение сетивната функция на кожата е силно развита. Отделителната функция на кожата е свързана с дейността на потните жлези чрез потта се отделят крайни продукти на обмяната. При увреждане на бъбреците тяхната функция се допълва от кожата чрез потта се отделят повече вещества, а при захарен диабет и глюкоза.

- Терморегулаторната функция на кожата се осъществява главно чрез изпарение на вода (потоотделяне) и разширяване и стесняване на кръвоносните съдове в дермата. Подкожният мастен слой играе роля на термоизолатор, който възпрепятства отделянето на топлина от тялото. Кожата има малък дял и в дишането тя осъществява около 1% от него при нормални условия

Част 2 Макромолекули и надмолекулни комплекси

Белтъци

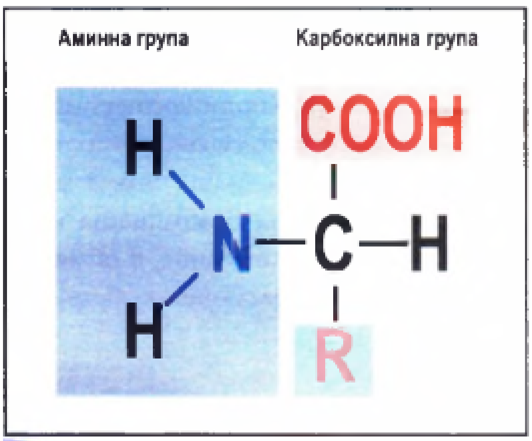
Белтъци общи данни и химичен състав. Обща формула на алфа-аминокиселина

- Белтъците изпълняват важни и разнообразни функции в клетките. Те участват в изграждането на структурните компоненти на клетката мембрани, клетъчни органели и др. Ензимите са белтъци, които имат каталитични функции. Те ускоряват химичните реакции в клетката и ги насочват в обменни вериги. Голяма част от хормоните са с белтъчна природа. Те са пример за белтъци с регулаторни функции. Транспортните функции на белтъците се илюстрират например от хемоглобина белтък, който пренася кислород и въглероден диоксид в гръбначните животни. Белтъците- антитела изпълняват активна защитна функция, като свързват и обезвреждат чуждород- ните молекули, попаднали в организма. Белтъците изграждащи перата, ноктите и други образувания, изпълняват пасивни защитни функции. Мускулното движение е резултат от съкратителните функции, които изпълняват белтъците актин и миозин.

- Осъществяването на важни функции в клетката (каталитична, структурна, регулаторна, транспортна, защитна, съкратителна) се извършва с участието на белтъчни молекули. Това е възможно благодарение на способността на белтъците да свързват специфично големи и малки молекули.

- Белтъците представляват изключително сложни молекули. Молекулата на всеки белтък има характерна пространствена структура (разположение в пространството), която позволява да изпълнява биологичната си функция.

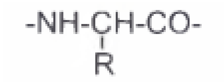
- Мономерната градивна единица на белтъците е аминокиселината. Една от общите черти на белтъците е, че всички те са полимери, изградени от еднотипни мономерни единици, които са еднакви за всички белтъци. Мономерите на белтъците се наричат аминокиселини. В състава на белтъците участват 20 различни вида аминокиселини. Следователно белтъците са хетеро полимери. Аминокиселините, изграждащи белтъците, имат една и съща основна структура



Полипептидни вериги. Образуване на пептидна връзка схема

- В белтъците аминокиселинните остатъци са свързани в дълги вериги чрез еднакви ковалентни връзки. Всяка връзка се образува при взаимодействието на карбоксилната група на едната аминокиселина с аминната група на следващата, при което се отделя вода. Ковалентната връзка, образувана по този начин между въглероден и азотен атом, се нарича пептидна връзка.

- От последователното навързване на аминокиселинни остатъци чрез пептидни връзки се образува полипептидна верига. Гръбнакът на полипептидните вериги е изграден от редуване на една и съща структура:



- Встрани от тази верига стърчат остатъците R. Отделните белтъци се различават по дължината на полипептидната верига, т.е. по броя на изграждащите ги аминокиселини, както и по вида и подреждането им. Най-късите съдържат 70-80 аминокиселинни остатъка, най-дългите - 700-800. В природата не се срещат неограничено дълги полипептидни вериги, макар че теоретично биха могли да се образуват.

- Полипептидните вериги на белтъците имат някои характерни особеностите са линейни, неразклонени. Отворени са, а не кръгови в началото на полипептидната верига има свободна (невключена в пептидна връзка) аминна група, а в края свободна карбоксилна група. Тази посока не е избрана произволно, а съответства на посоката, в която се синтезират полипептидните вериги в клетката.

- В клетката се срещат и свободни аминокиселини, както и различни нискомолекулни пептиди (например някои хормони), които изпълняват разнообразни биологични функции. Молекулата на пептидите съдържа от няколко до няколко десетки аминокиселинни остатъци. В изграждането им могат да участват аминокиселини, които не се срещат в белтъците. Някои от свободните пептиди имат кръгови или разклонени молекули.

Първична структура на белтъка

- Последователните степени на усложняване на пространственото разположение на полипептидните вериги на белтъците се наричат структурни равнища на белтъчната молекула: първично, вторично, третично и четвъртично равнище, или по-кратко - първична, вторична, третична и четвъртична структура на белтъчната молекула.

- Първичната структура се определя от броя, вида и подреждането на аминокисе пинните остатъци в полипептидната верига на белтъка.

- Всеки организъм получава от родителите си наследствена програма, която включва инструкции за първичната структура на неговите белтъци.

Вторична структура на белтъка

- Нагъването на полипептидните вериги в равномерна спирала или във вид на нагънат хартиен лист се означава като вторична структура на белтъците.

- При различните белтъци двата вида вторична структура са различно застъпени. Редки са случаите, когато един от видовете нагъване значително преобладава.

Третична структура и активен център на белтъка

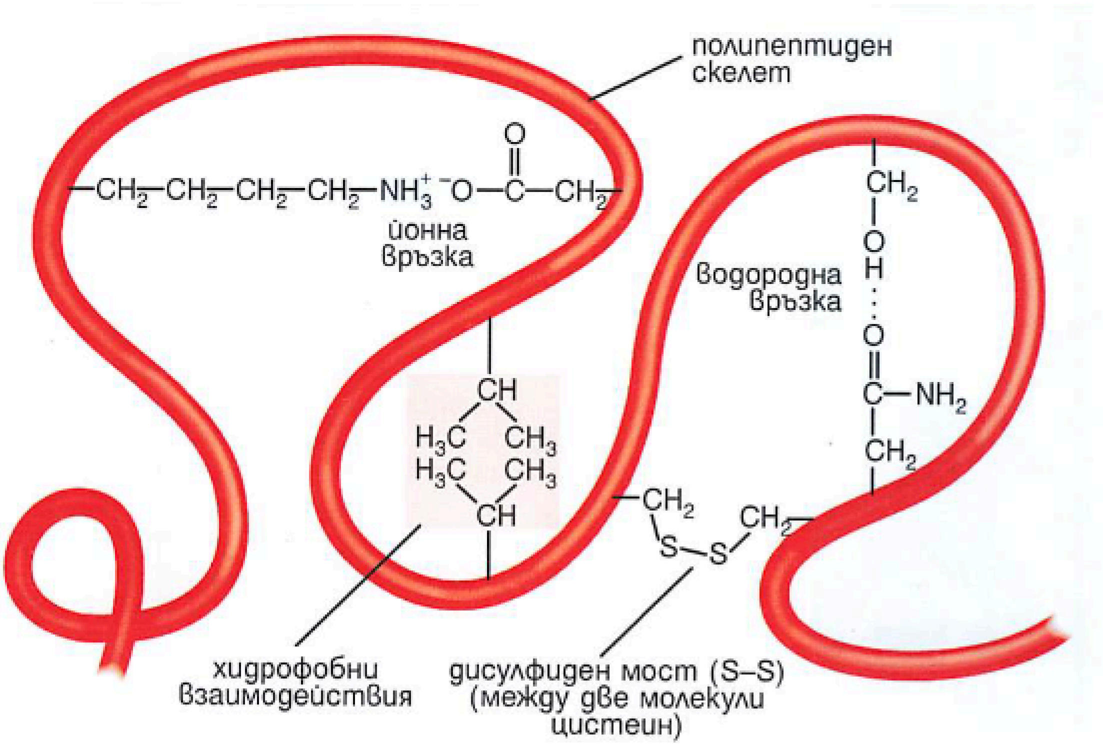
- Третичната структура представлява нагъването на полипептидната верига в пространството и определя специфичните функции на белтъчната молекула.

- В резултат на това отдалечени аминокиселинни остатъци от полипептидната верига се сближават в пространството и взаимодействат помежду си. Между тях възникват допълнително различни химични връзки, които стабилизират получената пространствена форма. Белтъците, които имат такава овална форма, се наричат глобулни. Те изпълняват каталитични, транспортни, регулаторни, защитни и и структурни биологични функции.

- Оформянето на третична структура при глобулните белтъци има важно биологично следствие: от пространственото сближаване на аминокиселинни остатъци, които в опънатата полипептидна верига са далеч един от друг, се образува активен център на молекулата участък, чрез които тя изпълнява биологичната си функция.

- Някои от белтъците имат силно удължена форма. Означаваме ги като фибриларни белтъци (фибрила нишка). Те се характеризират с изключителна здравина и еластичност, които са важни за изпълнение на биологичните им функции (структурна, пасивно защитна, съкратителна)

Схема за връзки в третичната структура на белтъка



Четвъртична структура на белтъка и небелтъчни съставки

- Четвъртична структура имат само белтъци, състоящи се от две или повече еднакви или различни полипептидни Вериги. Свързването между Веригите в обща молекула става чрез различни химични връзки (ковалентни, Водородни и др.).

- Белтъци, изградени от една полипептидна верига, имат първична, Вторична и третична структура. Белтъците с повече Вериги в молекулата си имат четвъртична структура, но Всяка от Веригите им притежава първите mpu структури.

- В резултат на образуването на четвъртична структура, на повърхността на белтъчната молекула възникват нови функционални центрове, наречени регулаторни.

- Това са места за специфично свързване на големи и малки регулаторни молекули. Така например функциите на хемоглобина се регулират от свързването на различни молекули. По такъв начин способността на хемоглобина да свързва газове се настройва според нуждите на клетките.

- Белтъците могат да бъдат свързани с небелтъчна съставка. Така се образуват сложни белтъци. Отново хемоглобинът е пример за такъв белтък. Както вече споменахме, всяка от неговите четири полипептидни вериги е свързана с по-малка органична молекула, съдържаща желязо. Освен с метални йони, белтъците могат да са свързани с фосфорна киселина, нуклеинова киселина, захар и др. Голяма част от белтъците в клетката представляват сложни белтъци (антителата, много ензими и др.).

Молекулна основа на сърповидно-клетъчната анемия

- Сърповидно-клетъчната анемия се дължи на точкова мутация в ген ва хромозома 11, кодиращ информацията за производството на В-веригата на хемоглобина на мястото на глутаминовата киселина, която се намира на шеста позиция в полипептидната верига, се включва аминокиселината валин. Това води до синтеза на анормален хемоглобин (сърповидно-клетъчен хемоглобин хемоглобин S), който е по-трудно разтворим и има намалена способност за свързване с кислорода.

- Анормалният хемоглобин причинява деформация на червените кръвни клетки поради структурна промяна в молекулата на хемоглобина. В резултат на това червените кръвни клетки губят типичната си форма на двойно вдлъбнати дискове и се превръщат в клетки с характерна сърповидна форма. По този начин тяхното придвижване в кръвоносните съдове се затруднява, еритроцитите лесно се разрушават в кръвоносните съдове и слезката, при което се развива хемолитична анемия.

- Средната продължителност на живот на червените кръвни клетки нормално е 120 дни, но при сърповидно-клетъчната анемия те живеят само 10-20 дни, което води до възникването на анемичен синдром.

Функции на белтъците (таблица)

- Белтъците изпълняват разнообразни функции. Те са отговорни за формата и структурата на клетките, за обмяната на вещества с околната среда, за регулирането на жизнените процеси и др. Автотрофните организми (фотосинтезиращи и хемосинтезиращи) синтезират сами необходимите им белтъци, докато хетеротрофните организми приемат белтъците с храната.

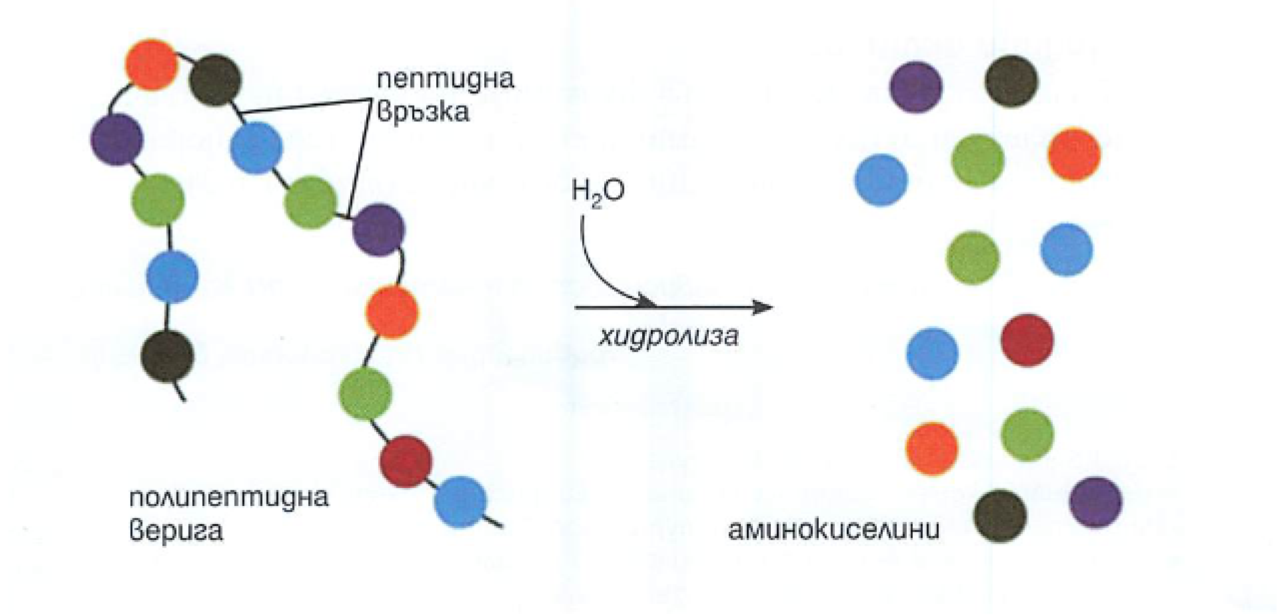
Функция	Описание	Примери
Структурна функция	– Участват в изграждането на структурните компоненти на клетката. Те са съставна част на клетъчната мембрана, на цитоплазмата и включените в нея органели. – Участват (заедно с други молекули) в изграждането на надмолекулните комплекси в клетката.	– гликопротеини и липопротеини в клетъчната мембрана – рибозоми (РНК и белтъци) – хроматин (ДНК и белтъци)
Защитна функция	– Изпълняват два вида защитна функция в организма: ● пасивна (механична) защита – участват в изграждането на защитни образувания; ● активна (имунна) защита – участват в обезвреждането на чужди за организма вещества и клетки.	– кератин (изгражда люспи, пера, нокти, копита, рога, косми) – фибриноген (участва в кръвосъсирването) – антитела
Двигателна функция	– Участват в изграждането на характерни за мускулните клетки органели. – Участват в движението на ресннички и камшичета.	– актин и миозин (изграждат миофибрилите и участват в съкращаването на мускулната клетка) – динеин (съкратителен белтък в ресничките и камшичетата)
Транспортна функция	– Участват в транспорта на вещества между клетката и околната среда.	– транспортни белтъци от клетъчната мембрана – хемоглобин
Рецепторна функция	– Участват в приемането на сигнали от външната за клетката среда.	– белтъци от клетъчната мембрана
Регулаторна функция	– Участват в регулиране на процеси в организма.	– инсулин, хормон на растежа и др.
Каталитична функция	– Подобно на химичните катализатори, повишават скоростта на биохимичните реакции в клетката.	– ензими като оксидази, редуктази, хидролази и др.

Свойства на белтъците хидролиза, денатурация и ренатурация. Схема за хидролиза

- Пептидните връзки в белтъчната молекула при определени условия (подходящо pH, ензими) могат да се разкъсат до съставящите я а-аминокиселини. Този процес се извършва с участието на вода и се нарича хидролиза.

- При нагряване, лъчения, силни киселини и основи, концентриран солеви разтвори и тежки метали, органични разтворители и др. белтъците променят естествената пространствена структура (нативната комформация) в резултат на разкъсване на връзките, които я поддържат. Процесът се нарича денатурация.

- При денатурацията се засяга третичната (ако белтъкът има и четвъртична) и вторичната структура на белтъка, поради което той губи своята биологична активност. Денатурацията е степенен процес и може да има временен или постоянен характер. При подходящи условия денатурираният бел- тък може да възвърне своята нативна конформация (ренатурация). Ренатурацията е доказателство, че пространствената форма на белтъка напълно се определя от първичната му структура. В клетката денатурацията и ренатурацията регулират актив- ността на белтъците и процесите, които зависят от тях.



Ензими

Химична природа на биологичните катализатори

- Ензимите притежават всички свойства, характерни за катализаторите в неживата природа. Катализаторите са вещества, които променят скоростта на химичните реакции. Те участват в малки количества и в края на реакцията остават непроменени. Катализаторите повлияват само такива реакции, които могат да протичат и без тях. Някои от тези реакции без катализатор са толкова бавни, че оставят впечатление, че въобще не се извършват.

- За да започне реакцията, молекулите трябва да преодолеят определена енергийна бариера". Енергийната бариера е различно висока за различните химични реакции

- Катализаторите преодоляват енергийната бариера, като провеждат реакцията по друг път. Този път е по-дълъг, но се изминава по-бързо, защото енергийните бариери на отделните отсечки от пътя са по-ниски.

- Биологичните катализатори - ензимите, действат по подобен начин. Междинните стъпала, през които минава една реакция, катализирана от ензим, могат да бъдат изразени схематично така:

$$E + S \leftrightarrow ES \leftrightarrow EP \leftrightarrow P + E$$

- Ензимите (E) се свързват с реагиращите вещества, които се наричат субстрати (S). Образува се ензимно-субстратен комплекс (ES). В този комплекс субстратът претърпява промени и се превръща в продукт (P), но остава свързан с ензима в ензимно-продуктен комплекс (EP). В края на реакцията образуваният продукт се отделя и ензимът се възстановява непроменен. В някои реакции катализирани от ензими, участват повече от един субстрати и могат да се получат повече от един продукти. Превръщането на ES в EP понякога е многостъпален процес.

- Всеки ензим може да ускори реакцията многократно (в някои случаи повече от 1 милиард пъти). Забележително е, че ензимите действат избирателно. Даден ензим катализира една или няколко сходни биохимични реакции. Към тези важни свойства на ензимите, които ги отличават от катализаторите в неживата природа, трябва да прибавим и това, че активността им може да бъде регулирана.

Механизъм на ензимната катализа

- Ензимите са глобулни белтъци със сложна пространствена структура. Глобулните белтъци изпълняват биологичната си функция чрез активен център. който се формира на равнището на третичната структура. Биологичната функция на ензимите е каталитична и те я изпълняват чрез активния си център.

- Субстратната молекула не се свързва с цялата ензимна молекула, а с активния и център.

- Активният център е малка част от повърхността на ензимната молекула и може да има различна форма: на бразда, вдлъбнати- на, джоб и др. В него може да се разположи само такава субстратна молекула или част от нея, която му съответства по форма. Между функционалните групи по повърхността на активния център и на субстрата възникват различни видове химични връзки, много често нековалентни. Така се образува ензимно- субстратният комплекс. В ES протича химичната реакция и субстратът се превръща в продукт. Ясно е, че ES може да се образува и да протече реакция, само ако субстратната молекула съответства по структура на активния център на ензима. Това съответствие се оприличава с пасването между ключалката и съответния и ключ, което е необхо- димо, за да се отключи катинарът. Необходимостта от такова съответствие при свързването на субстрата в активния център на ензима обяснява наблюдаваната висока специфичност на ензимното действие.

- Някои ензими се състоят от една полипептидна верига. Други имат четвъртична структура изградени са от няколко полипептидни вериги. Докато някои ензими са еднокомпонентни изградени само от полипептидни вериги, други са двукомпонентни имат и не- белтъчна част, която участва в образуването на активния център. Небелтъчната част може да бъде метален йон, свързан с малка органична молекула, по-сложна органична молекула видоизменен витамин или нуклеотид.

- Нуклеотидите играят разнообразна роля в клетката. Едни от тях участват в енергийните процеси, други изграждат молекулите на нуклеиновите киселини. Всеки нуклеотид е образуван от три съставки: азотна база (пръстенно органично съединение с азот в пръстена), монозахарид с 5 въглеродни атома и фосфорна киселина.

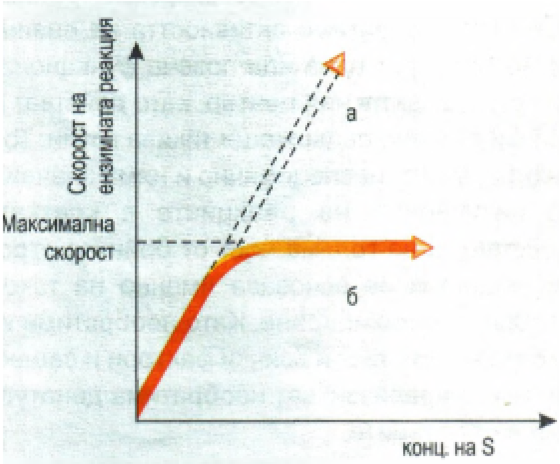
- Небелтъчната съставка може да бъде свързана по-здраво или по-слабо с белтъчната молекула. Слабо свързаните небелтъчни съставки се наричат коензими. Един коензим обикновено е небелтъчна съставка на няколко ензима със сходна функция. Такъв е случаят с една група ензими, които катализират отнемането на водород от субстрати. Те работят с един и същ коензим, а белтъчната им съставка е различна, според вида на субстрата.

Влияние на концентрацията на субстрата върху ензимната активност/Влияние на pH и температурата върху ензимната активност описание и схеми

- За клетката ензимите представляват „инструментите", чрез които тя осъществява химичните реакции при условията на средата. Белтъчната природа на ензимите придава редица особености на катализираните от тях химични реакции.

- При увеличаване на концентрацията на субстрата отначало скоростта на двата типа химични реакции расте. При по-нататъшно повишаване на концентрацията на реагиращите вещества обаче, скоростта на ензимната реакция достига някаква максимална стойност, след което остава постоянна. Този факт се обяснява с образуването на ензимно-субстратни комплекси. Максималната скорост на реакцията се достига, когато всички ензимни молекули са наситили активните си центрове със субстратни молекули. В клетките концентрациите на субстратите са сравнително ниски и постоянни, така че рядко се достига максималната скорост. Благодарение на това, ако по някаква причина се изменят субстратните концентрации, се променя и скоростта на ензимно катализираната реакция.

- Ензимите са изключително чувствителни към промените на средата. Крайните стойности на температура и киселинност, които се използват най-често в химичните лаборатории, са пагубни за ензимите. За всеки ензим съществуват определена температура и киселинност, които са най-благоприятни за действието му. Наричат се оптимални. Така смилателният ензим пепсин от стомашния сок действа в силно кисела среда, докато трипсинът проявява своето действие в тънкото черво в основна среда. Някои ензими се разрушават при температура само малко по-висока от оптималната. Причината за тази лабилност трябва да търсим отново в белтъчната природа на ензимите настъпва денатурация на молекулите им.



фиг. 3.39. Влияние на концентрацията на реагиращите вещества при некатализирана (а) и ензимно катализирана реакция (б). При увеличаване на концентрацията на субстрата отначало скоростта на а) и б) расте. При по-нататъшното нарастване на концентрацията на субстрата скоростта на а) продължава да се увеличава, а скоростта на б) нараства само до достигането на някаква максимална скорост. След тази стойност тя остава постоянна.

Активността на ензимите подлежи на контрол

- Ензимната активност в клетката се контролира. Ензимите могат да бъдат активирани или инхибирани (блокирани).

- Активатори на ензимната активност са някои метални йони (калциеви, манганови, медни и др.). Тъй като ензимите действат с оптимална за клетката скорост, рядко се налага тяхното активиране. От голямо значение за жизнената дейност на клетката е инхибирането на ензимите, като по този начин става и регулирането на едни или други биохимични реакции в клетката.

- Инхибирането на ензимите е необратимо и обратимо. При необратимото инхибиране инхибиторите (йони на тежки метали) се свързват трайно с ензима и той денатурира и не участва повече в клетъчния метаболизъм.

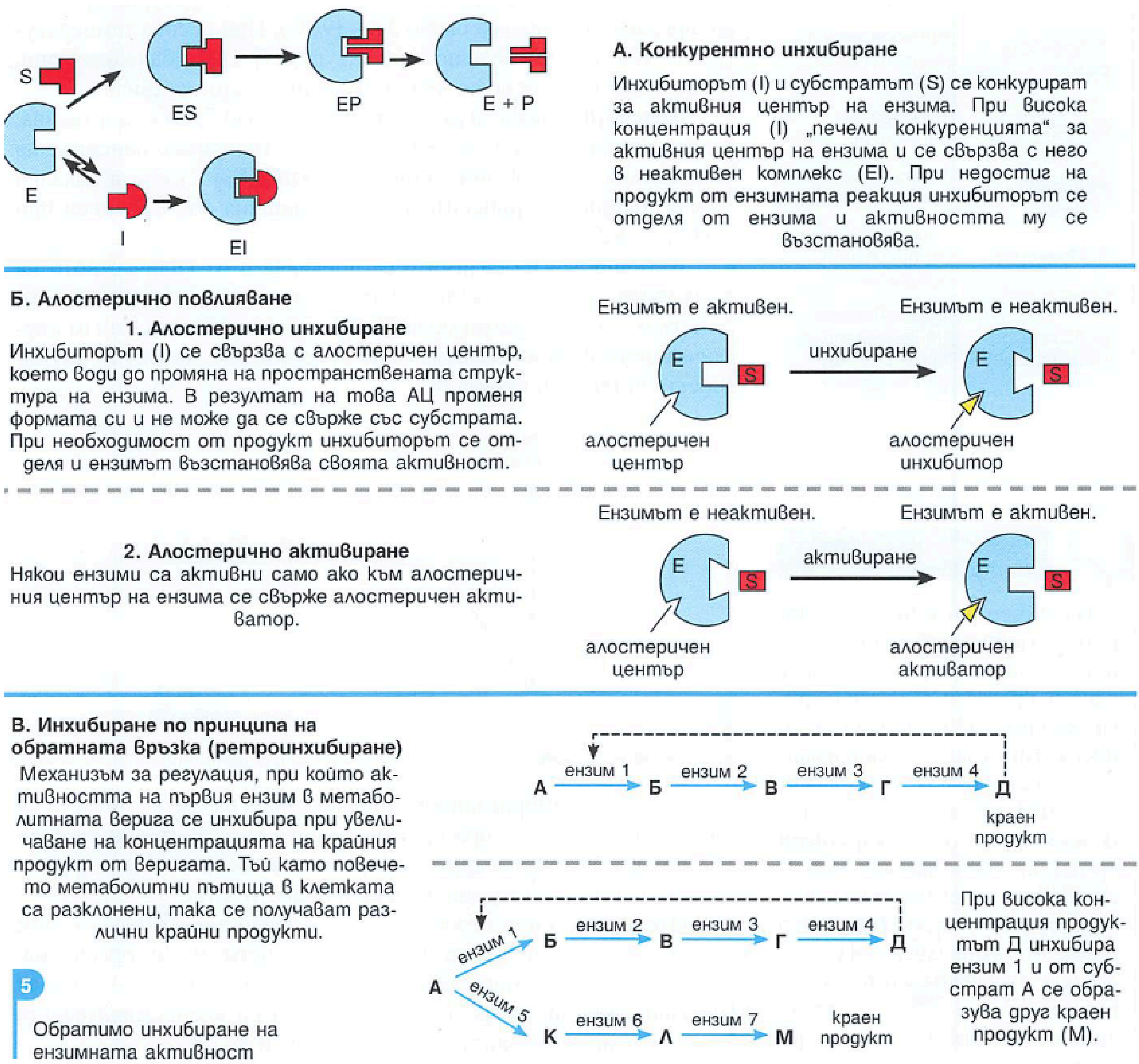
- При обратимото инхибиране връзката между инхибитор и ензим с временна.

- При конкурентното инхибиране субстратът и инхибиторът се конкурират за АЦ на ензима.

- Активността на много ензими се регулира не от свързване на вещества към активния им центъра към друг участък от ензимната молекула т. нар алостеричен център. Такива вещества се наричат алостерични ефектори и причиняват промяна в нативната конфор- мация на активния център на ензима. В зависимост от вида на тази промяна ефекторите са алостерични активатори и алостерични инхибитори.

- Често срещан тип на регулация на ензимната активност е т. нар. инхибиране по принципа на отрицателната обратна връзка (ретроинхибиране). При натрупване на големи количества от крайния продукт той действа като инхибитор на ензима, катали- зиращ първата реакция на този метаболитен път.

Схематично обяснение на конкурентно инхибиране/алостерично повлияване/инхибиране по принципа на обратната връзка (ретроинхибиране)



5 Обратимо инхибиране на ензимната активност

Имена на ензимите и таблица с примери

- Прието е наименованието на ензимите да включва описание, завършващо с наставката -аза. Изключение от това правило правят първите открити и изучени ензими: пепсин и трипсин.

- Съгласно международно приета класификация на ензимите, предложена от IUBMB (International Union of Biochemistry and Molecular Biology), те се класифицират по механизма на действието си в 6 основни групи.

Наименование	Катализират:
1. Окси-редуктази	окислително-редукционни процеси
2. Трансфе-рази	преноса на функционални групи
3. Хидролази	процеси на хидролиза
4. Лиази	разкъсване на химични връзки
5. Изомерази	изомеризационни промени в молекули
6. Лигази (синтетази)	образуването на ковалентни връзки между две молекули

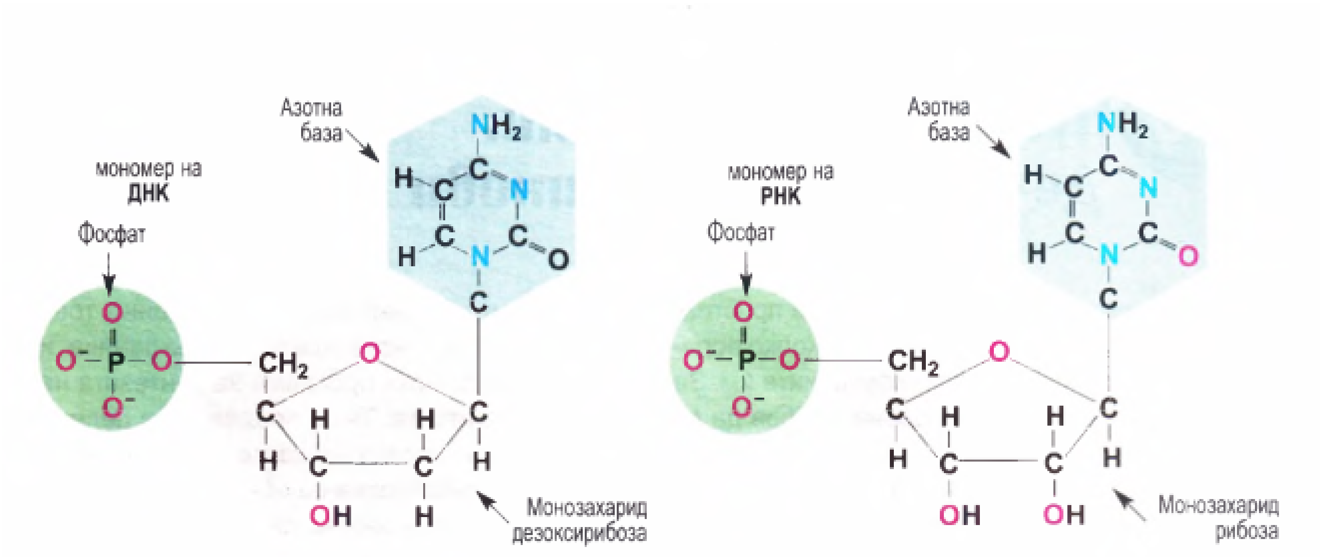
Нуклеинови киселини

Нуклеотиди. Правило за комплементарност. Схема на нуклеотид

- Съвременните микроскопи позво пяват да надникнем в структурата на тези забележителни молекули. НК са линейни, неразклонени полимери, като някои са с огромна дължина, значително по-голяма от тази на белтъците. Мономерите, от които са изградени нуклеотидите, са по- сложни от мономерите на белтъците аминокиселините, и бяха посочени като съставки на небелтъчната част на ензимите. Те се състоят от свързани остатъци на монозахарид, азотна база и фосфорна киселина. Както често се случва, клетката и тук използва едни и същи химични съединения за различни функции. Една от най-важните функции на нуклеотидите е да служат като градивни блокове на НК.

- В изграждането на нуклеотидите участват два вида монозахариди от по 5 въглеродни атома рибоза или дезоксирибоза. Един С-атом от молекулата на монозахарида се свързва с фосфатен остатък, а друг - с азотната база. Азотните бази, които се съдържат в нуклеотидите, са два типа големи и малки. Големите бази са аденин (А) и гуанин (Г), а малките тимин (Т), урацил (У) и цитозин (Ц).

- Основна отличителна черта на двойната спирала е, че при нейното изграждане винаги една голяма база от едната поли- нуклеотидна верига се свързва с малка база от срещуположната полинуклеотидна верига: базата аденин се свързва с ти-мин, а базата гуанин с цитозин. Така винаги се спазва точно определена съответност (комплементарност)



Полинуклеотидни вериги и схема на полинуклеотидна верига

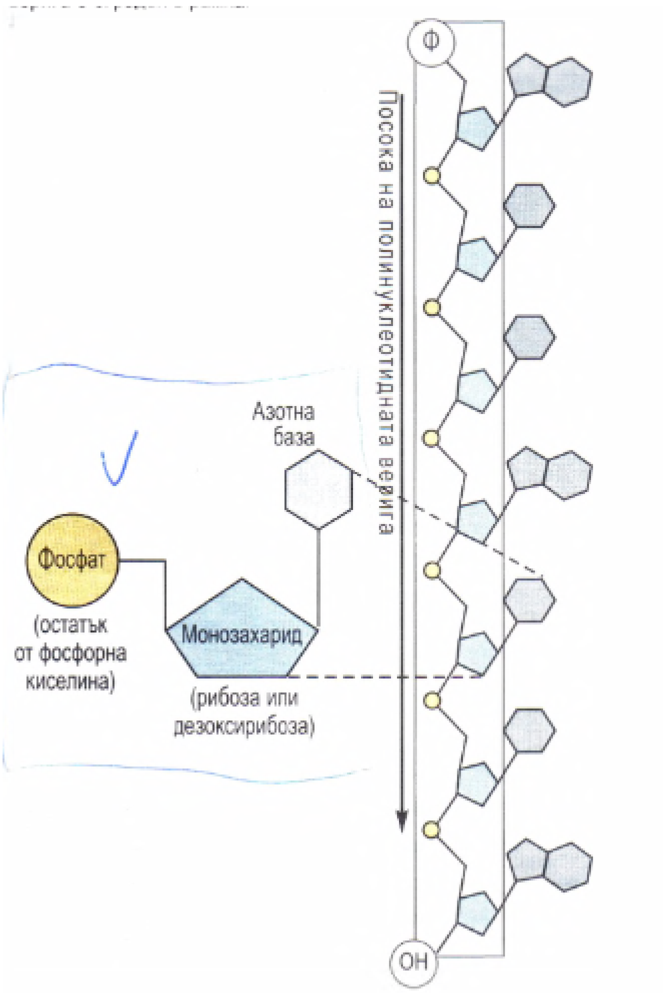
- Подобно на белтъците полимерите на аминокиселините нуклеиновите киселини, са полимери на нуклеотидите. При свързване на нуклеотидите се отделя вода, както при белтъците, и се образува полинуклеотидна верига.

- Полинуклеотидните вериги на НК биват два вида дезоксирибонуклеинови (ДНК) и рибонуклеинови (РНК). В ДНК монозаха- ридният остатък е дезоксирибоза, а в РНК - рибоза (откъдето идват названията на тези два биополимера). Азотните бази в ДНК са А, Г. Ц и Т, а в РНК А. Г. Ц и У. Фосфатните и от монозахаридните остатъци се образува захарофосфатният скелет на нуклеиновата кисе- пина. От него „стърчат" азотните бази.

- На схемата се вижда още една интересна подробност единият край на полинуклеотидната верига винаги има свободен фосфатен остатък (Ф), а другият свободна хидроксилна група. С други думи, НК имат посока. За начало винаги се приема фосфатният остатък, а за край - хидроксилната група. Посоката на полинуклеотидната верига е много съществена за правилното „прочитане" на информацията, записана в ДНК. Както написаното на всеки език има своя посока (едни народи четат от ляво на дясно като нас, други от дясно на ляво като арабите и евреите), така и написаното в НК има своя смисъл само ако се прочете в правилната посока.

- Наличието на фосфатни остатъци придава на НК киселинни свойства и отрицателни заряди. Това е причина те лесно да образуват комплекси с белтъци, в които преобладават положителни заряди.

- Нуклеиновите киселини са разнообразни по строеж и големина биополимери. Разнообразието им се определя от подреждането на азотните бази на отделните нуклеотиди в състава на полинуклеотидната верига по точно определен ред. Това определя индивидуалността на всяка молекула нуклеинова киселина.



Видове нуклеинови киселини ДНК и РНК

Вид нуклеинова киселина	Структура на мономерите			Структура на полинуклеотидната верига
	Монозахарид	Азотна база	Фосфорна к-на	
1. ДНК	Дезоксирибоза	А, Г, Ц, Т	Да	Линейна , двойноспирална молекула
2. РНК	Рибоза	А, Г, Ц, У	Да	Линейна, едноверижна молекула. Някои РНК-и на места са с двойноверижни участъци

- ДНК е двойна молекула. Подобно на хемоглобина, в който 4 полипептидни вериги се свързват с водородни връзки, за да образуват сложен, функционално активен белтък, две полинуклеотидни вериги на ДНК образуват двойноспирална структура. Двете полинуклеотидни вериги са свързани само с нековалентни връзки и имат противоположни посоки. Именно двойната спирала на ДНК е структурата, в която е записана цялата наследствена програма на всяка жива клетка.

- Основна отличителна черта на двойната спирала е, че при нейното изграждане винаги една голяма база от едната полинуклеотидна верига се свързва с малка

база от срещуположната полинуклеотидна верига: базата аденин се свързва с ти- мин, а базата гуанин с цитозин. Така винаги се спазва точно определена съответност (комплементарност).

- Азотните бази на нуклеотидите са насочени навътре от захарофосфатния скелет на молекулата и като че ли са скрити в нея. Базите на срещуположните полинуклеотидни вериги са свързани помежду си със слаби водородни връзки. За една голяма молекула, като тази на ДНК, броят на водородните връзки е голям, така че макар и слаби, но многобройни, те осигуряват стабилност на спиралата. Само стабилна молекула може да съхранява наследствената програма на клетката.

- Изграждането на двойноспиралната мо- лекула се постига, като винаги една голяма база от едната полинуклеотидна верига образува водородни връзки с една малка база от срещуположната полинуклеотидна верига: АстиГС Ц. Само по този начин може да се изгради спирала, при която разстоянието между двете полинуклеотидни вериги навсякъде по дължината и да е едно и също. Тако- ва взаимодействие между базите е възможно поради съответност (комплементарност, допълнителност) между тях. Изискването за комплементарност между А (голяма база) и Т (малка база) и Г (голяма база) и Ц (малка база) предопределя начина, по който може да се синтезира ново, точно копие на ДНК.

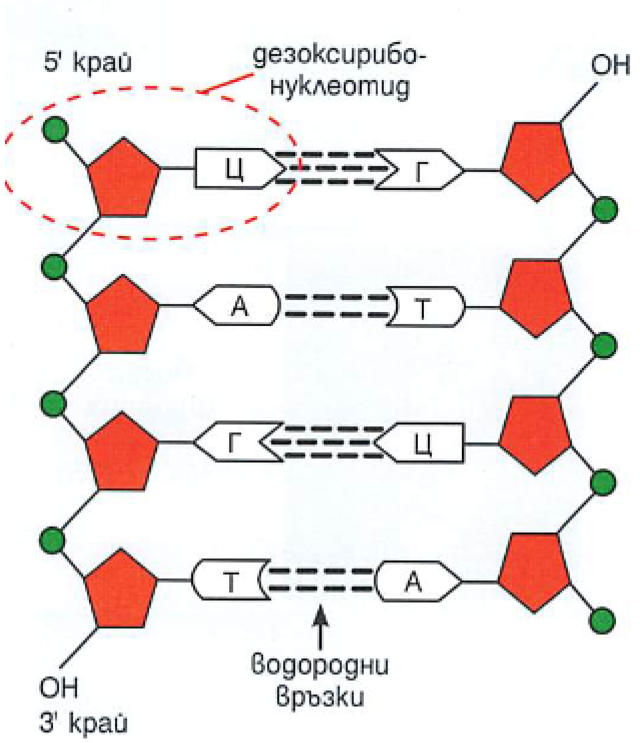
- Освен ДНК, в клетките съществува и друг вид нуклеинови киселини рибонуклеиновите Подобно на ДНК те са дълги, неразклонени молекули. Изградени са също от нуклеотиди, които съдържат монозахарида рибоза, вместо дезоксирибоза, и азотната база урацил (У) вместо азотната база тимин (Т). РНК, също като ДНК, има способността да се свързва с различни белтъци и да образува комплекси с различно функционално значение.

- Пространствената структура на РНК значително се различава от тази на ДНК. Молекулите на РНК са едноверижни. Отделни участъци от полинуклеотидната верига могат, огьвайки се, да образуват двойноспирални участъци. Както при ДНК, образуването им се осъществява между съответни (комплементарни) бази, само че не от различни полинуклеотидни вериги, а от различни части на една верига. В РНК такива комплементарни бази са А с У и Г с Ц. Съществуването на двойноверижни участъци позволява на отдалечени в линейната структура нуклеотиди да се сближават в пространството, така както се сближават аминокиселинни остатъци от полипептидната верига при нагъването и. Получените участъци могат допълнително да се нагъват, при което се образува още по-сложна структура. Сложната пространствена организация на части от молекулите на някои РНК-и формира структура, която прилича на активен център на ензим. По тази причина някои РНК-и (рибозоми) могат да проявяват каталитична активност. Това е важно свойство, по което РНК прилича повече на белтъците, отколкото на ДНК. Ако сравним трите биополимера ДНК, РНК и белтъците, ще установим, че РНК е по-стабилна от белтъците, но по-нестабилна от ДНК. Тя е по-реактивоспособна от ДНК, но белтъците са по-реактивоспособни от нея.

- По пространствена организация и по функционална активност РНК заема междинно положение между ДНК и белтъците.

Свързване на нуклеотидите с ковалентни фосфодиестерни връзки/водородни връзки между азотните бази - схема

- Дезоксирибонуклеиновата киселина (ДНК) е молекулата на наследствеността във всички прокариотни и еукариотни клетки. ДНК е апериодичен хетерополимер, изграден от 4-те вида дезоксирибонуклеотиди (с А, с Г, с Ц и с Т), свързани чрез 3'-5' фосфодиестерни връзки в две полинуклеотидни вериги. Двете полинуклеотидни вериги са антипаралелни, комплементарни и завити спирално около една мислена ос.



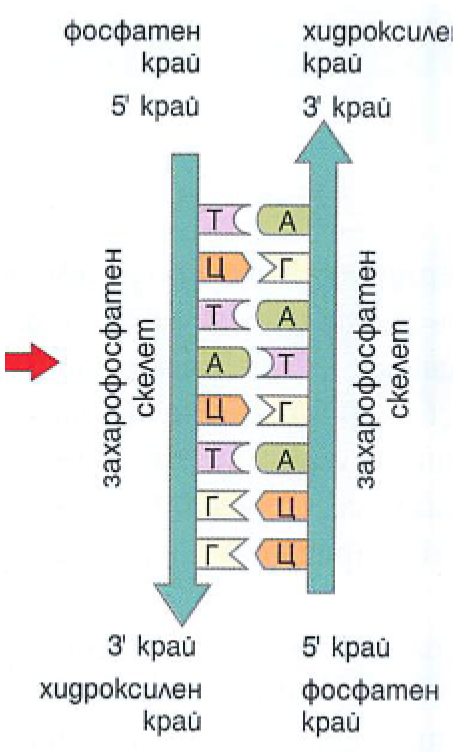
Структура на ДНК и правила на Чаргаф - схема

- ДНК е изградена от две дълги поли- нуклеотидни вериги, увити около мислена централна ос. Двете Вериги са антипаралелни, т. е. ОН-групата на фосфатния край на едната верига (5'-край) е в близост до ОН-групата на пентозния край (3'-край) на другата верига.

- Двете полинуклеотидни вериги са свързани помежду си чрез Водородни Връзки, Възникващи между азотните бази. Свързването е Винаги между пуринова и пиримидинова база, и то според правилото за комплементарност: гуанинът се свързва чрез три Водородни връзки с цитозина (Г≡Ц) и аденинът чрез две водородни връзки с тимина (А=Т). Отделните двойки комплементарно свързани бази винаги лежат в една равнина.

- Количествата на четирите азотни бази в една молекула ДНК не варира произволно, а се подчинява на определени количествени закономерности, известни като правила на Чаргаф.

- Правила на Чаргаф:
  ■ Броят на адениновите бази в молекулата на ДНК е равен на броя на тиминовите бази (А = Т).
  ■ Броят на гуаниновите бази в моле- кулата на ДНК е равен на броя на цитозиновите бази (Г = Ц).
  ■ Сборът от пуриновите бази в молекулата на ДНК е равен на сбора от пиримидиновите бази (А+Г = Т+Ц).



Особености в структурата на ДНК при прокариоти

- В прокариотните клетки ДНК е циклична (кръгова) молекула. Не образува трайни комплекси с белтъци („гола" ДНК). Прокариотната ДНК е от уникални последователности и всяка мутация веднага се проявява морфологично. Високата изменчивост, характерна за прокариотите, и високата скорост на размножаването им осигурява бързо и успешно приспособяване към изменящите се условия на средата. Характерни за прокариотните клетки са плазмидите - малки кръгови ДНК, носещи 1 - 2 гена. Някои прокариоти могат да имат до 20 различни плазмиди в една клетка. Плазмидите могат да се реплицират независимо от нуклеотида, а могат и да се интегрират в него

Особености в структурата на ДНК при еукариоти

- В еукариотните клетки ДНК в митохондриите и пластидите има характеристиките на прокариотна ДНК. Основното количество ДНК се намира в ядрото. Ядрените ДНК-и имат редица особености, които ги отличават от прокариотната ДНК.

- Те са големи, линейни, компактизирани в различна степен молекули в комплекс с белтъци (хроматин).

- Имат многократно повторени нуклеотидни последователности. Броят им варира в ДНК от различни видове организми. Смята се, че повторената ДНК има главно регулаторни функции

- Имат повторени обърнати последователности, които се четат по един и същ начин и в двете посоки (палиндроми). Размерът на голяма част от палиндромите достига до хиляди нуклеотидни двойки. Те могат да образуват в ДНК подобни на кръст структури в резултат на свързването на комплементарните бази вътре в двуверижната бримка 3. В молекулите на ДНК се срещат и голям брой по-къси палиндроми, за които се смята, че играят ролята на „сигнални" участъци.

- Имат неинформативни последователности (интрони), които не кодират аминокиселинна последователност в полипептиден продукт. В рамките на информацията, носена от един ген, може да има множество интрони, разположени между нуклеотидните последователности, носещи информация т. нар. екзони. Почти всички изучени днес еукариотни гени съдържат интрони. Генът на колагена например съдържа над 50 интрона.

Свойства на ДНК компактизация

- ДНК са дълги молекули, които притежават свойството да се компактизират. Общата дължина на 46-те ДНК молекули в ядрото на соматична човешка клетка е около 2m. Без да бъдат допълнително нагънати и уплътнени, те не биха се побрали в ядрото, чиито размери варират от 11 до 22 μm. В ядрото ДНК е завита около белтъчни телца и образува т. нар. елементарна хроматинова нишка с диаметър 11 nm, която е подложена на многократна компактизация (кондензация). В ядрото слабо компактизираната хроматинова нишка е активният хроматин (еухроматин), съдържащ гени, които се транскрибират, а силно компактизираната хроматинова нишка (хетерохроматин) е неактивният хроматин. ДНК е опакована в максимална степен в метафаза на клетъчното делене и образува плътни структури хромозоми.

Свойства на ДНК денатурация и ренатурация

- Двете вериги на ДНК могат да бъдат разделени, ако се разрушат водородните връзки между тях. Това се постига лесно при нагряването на разтвор от ДНК или при добавянето на киселина или основа. Разделянето (денатурация) на двойната спирала става при нагряване до определена температура, наречена температура на топене (това е температурата, при която се разрушава половината от спиралната структура на молекулата) Температурата на топене зависи от нуклеотидния състав на ДНК. Молекули, богати с Г-Ц връзки, имат по-висока температура на топене в сравнение с молекули, в които преобладават А-Т двойки. Температурата на топене на ДНК обикновено е висока: 85- 100 °C за разлика от белтъците, които денатурират при значително по-ниски температури.

- След разделянето на двете вериги е възможно те отново да се свържат в интактна молекула при бавно охлаждане на разтвора (процесът е известен като ренатурация). Самопроизволното свързване на веригите и образуването на двойноспирална структура е убедително доказателство за „разпознаването" между азотните бази в двойната спирала.

Свойства на ДНК хибридизация

- Свойството на разделени ДНК вериги спонтанно да реасоциират и да образуват двойна спирала се използва за образуване- то на хибридни ДНК молекули. За целта изолирани ДНК молекули от два различни вида организми се денатурират при нагряване, като след това се смесват. Сместа се поставя при температура 65 °С за определено време. В резултат от извършената ренатурация в разтвора се откриват както двуспирални молекули на еди- ния и на другия вид, така и хибридни ДНК молекули, в които отделни части от веригите на двата вида образуват двойноспирални участъци

Функции на ДНК

- ДНК е стабилна и химически инертна молекула. Тя съхранява наследствената програма на клетката, записана чрез подреждането на 4-те вида дезоксирибонуклеотиди в молекулата й. Участък от ДНК, който носи информация за една РНК (или за една полипептидна верига), се нарича ген. Гените са разположени последователно по дължината на молекулата. В една ДНК може да има хиляди гени.

- ДНК предава наследствената програма на дъщерните клетки. Преди делението на клетката ДНК се реплицира. По време на делението двете получени копия се разделят между дъщерните клетки. Така всяка новополучена клетка получава цялата инфор- мация за своето съществуване. Репликацията става с висока скорост, при което е възможно да възникват промени в подреждането на нуклеотидите т. е. записаната в ДНК информация може да се изменя. Това свойство на ДНК е причина за огромното разнообразие в еволюцията на организмовия свят.

Видове РНК - матрична, рибозомна и транспортна РНК (текст от таблица)

- Известни са три основни вида РНК: информационни, транспортни и рибозомни, които присъстват във всички клетки. Информационните РНК (иРНК) са 2% от клетъчната РНК. Те носят информация за синтезата на белтъци, откъдето идва названието им. В тях, като на магнитна лента, информацията за син- тезата на клетъчните белтъци е превърната от нуклеотидна последователност на ДНК в нук- леотидна последователност на РНК. Всяка иРНК може да носи информация за синтезата на една, а понякога и на няколко полипептидни вериги.

- Всяка тройка нуклеотиди от молекулата на РНК, която съответства на дадена аминокиселина в полипептидна верига, се нарича кодон.

- Транспортните РНК (тРНК) са малки молекули с много специфична структура приличат на лист от трилистна детелина. Молекулата допълнително се нагъва и тогава напомня английската буква L. тРНК съдържат както линейни, така и двойноспирални участъци. Названието на тРНК произлиза от функцията, която изпълнява. тРНК са молекули посредници, които осъществяват връзката между пре- записаната в иРНК информация и аминокиселинната последователност в синтезиращата се белтъчна молекула. Всяка транспортна РНК има два специфични участъка в молекулата си - единият участък „разпознава кодона на точно определена аминокиселина в иРНК, а другият се свързва с тази аминокиселина.

- Участъкът в тРНК, който разпознава кодона от иРНК, се нарича антикодон.

- Антикодонът се състои от три нуклеотида, които са комплементарни на нуклеотидите от кодона. Така, по правилото за съответствие, антикодонът от тРНК открива кодона от молекулата на иРНК.

- За всяка аминокиселина от белтъците съществуват един или повече кодони от иРНК. С помощта на тРНК се осъществя ва превеждането на генетичния запис от езика на нуклеотидите на езика на аминокиселините.

Други функции на нуклеотидите в клетката. Схема за получаване на АТФ

- Нуклеотидите играят разнообразна роля в клетката. Едни от тях участват в енергийните процеси, други изграждат молекулите на нуклеиновите киселини. Всеки нуклеотид е образуван от три съставки: азотна база (пръстенно органично съединение с азот в пръстена), монозахарид с - 5 въглеродни атома и фосфорна киселина.
- АТФ е универсалният енергоносител във всички клетки. Това съединение има малка молекула и се отнася към групата на нуклеотидите. Ролята на азотна база в него се изпълнява от аденина. Аденинът, заедно с молекула рибоза монозахарид с 5 въглеродни атома, образува съединение, наречено аденозин. Този аденозин може да бъде фосфорилиран, т.е. да се свърже с остатък на фосфорната киселина и да се образува нуклеотид - аденозинмонофосфат (АМФ)

- Аденозинмонофосфатът може да бъде фосфорилиран последователно от втора и трета молекула фосфорна киселина, при което се превръща съответно в аденозиндифосфат (АДФ) и аденозинтрифосфат (АТФ) Химичните връзки, които се образуват при свързването на втория и третия фосфатен остатък, са способни да поемат няколко пъти по- голямо количество енергия, в сравнение с обикновените ковалентни връзки. Затова те се наричат макроергични, т.е. връзки, богати на енергия. За да се отличават от обикновени- те химични връзки, те се изписват със символа тилда (~).

- Живите клетки използват само енергия, която предварително е трансформирана в макроергичните връзки на АТФ. Разкъсването на тези връзки води до освобождаване на енергия, която може да бъде използвана за осъществяване на енергозависимите реакции в клетката. Най-често се разкъсва връзката между втория и третия остатък на фосфорната киселина, като се получава АДФ и фосфат и се отделя енергия.

АТФ ⇌ АДФ + Фн + енергия

или

Аденозин-Ф~Ф~Ф ⇌ Аденозин-Ф~Ф + Фн
+ енергия

- АТФ се синтезира по обратен път АДФ се фосфорилира (свързва се с неорганичен фосфат) като се използва енергия.

Аденозин-Ф~Ф + Фн + енергия ⇌ Аденозин-Ф~Ф~Ф

или

АДФ + Фн + енергия ⇌ АТФ

- Необходимата за фосфорилирането енергия се отделя в клетката при разграждане на хранителните вещества, постъпващи отвън. Основното количество АТФ в клетката се синтезира в митохондриите с участието на кислород, в резултат на пълното разграждане на веществата до въглероден диоксид и вода. Малко количество АТФ се образува в цитозола при безкислородно разграждане на веществата. В клетките на растенията АТФ се синтезира още и в хлоропластите, при което се използва енергията на слънчевата светлина.

Надмолекулни комплекси. Вируси

- Надмолекулните комплекси са спонтанно възникващи молекулни асоциации, в които задължителен компонент са белтъците. Заложената в хода на еволюцията тенденция за функционално усъвършенстване в структурата на макромолекулите при икономичност на изходните ресурси и малък разход на енергия се запазва и при равнището на надмолекулните комплекси.

- Асоциирането на белтъци с белтъци (протеидни комплекси), на белтъци с липиди (липопротеидни комплекси) или на белтъци с нуклеинови киселини (нуклеопротеидни комплекси) осигурява за клетката нови функционални възможности, които не са присъщи на отделните молекули, съставящи дадения комплекс. Информацията за самосглобяването на молекулния комплекс е заложена в структурата на белтъците, които участват в изграждането му. Самото самосглобяване протича спонтанно, не изисква енергия и ензими, и в този смисъл е енергийно изгодно за клетката. Слабите връзки между молекулите осигуряват пластичност на надмолекулната структура в зависимост от потребностите на клетката.

Липопротеидни НМК

- Липопротеидните комплекси са молекулни асоциации на белтъци и липиди. Такива асоциации са всички мембрани в клетката. Фосфолипидите са амфипатични молекули. Поради това те самопроизволно формират бислой във воден разтвор. В бислоя участват освен фосфолипидите още и холестерол, чиято молекула е също амфипатична. Липидните молекули са изключително подвижни движат се както в рамките на монослоя (около себе си и странично), така и преминават от единия в другия монослой. Молекулите на холестерола от своя страна намаляват подвижността на фосфолипидните молекули, но също така предотвратява слепването и кристализацията на хидрофобните липидни „опашки". Съотношението между количествата на фосфолипидните и холестеролните молекули в клетъчните мембрани на еукариотните клетки е приблизително еднакво

- Между фосфолипидните молекули са разположени асоциирани белтъчни молекули. Обикновено на една белтъчна молекула съответстват около 50 липидни молекули. Асociирането на белтъците с липидния бислой се осъществява по различни начини. В липопротеидния комплекс липидите определят основните струк- турни особености на мембраната, докато белтъците са „отговорни" за повечето мембранни функции (транспорт на вещества, рецепторна, ензимна и други функции)

Актинови микрофиламенти

- Актиновите филаменти са най-тънките нишки на цитоскелета. Представляват надмолекулни комплекси от белтъка актин.

- Актинът е глобулен белтък (т. нар. G-актин) с полипептидна верига от 375 аминокиселинни остатъка. Актинът е един от най-консервативните белтъци разликата в първичната му структура в клетките на таксономично отдалечени групи еукариотни организми е минимална.

- В клетката G-актиновите молекули се само сглобяват и образуват дълга нишка (т. нар. фибриларен, или F-актин). Две F-актинови нишки, завити спирално една около друга, образуват актиновия микрофиламент.

- Актиновите микрофиламенти са разположени или поединично, или са организирани в снопчета, като образуват слой под клетъчната мембрана, който придава здравина и гъвкавост на граничната повърхност на клетката и в същото време запазва специфичната и форма.

- В клетки на чревния епител свободната повърхност на мембраната е силно нагъната, като се образуват характерни микровласинки (микровили). Броят на микро власинките в една клетка достига до 3000, което увеличава значително всмукващата й повърхност. Вътрешна опора на микровилите са снопчета от актинови филаменти.

Рибонуклеопротеидни НМК - рибозоми

- Рибозомите са молекулни асоциации от белтъци и рРНК-и. Изградени са от две частици (субединици) голяма и малка, които са свързани помежду си чрез магнезиеви мостчета. За обозначаване на различните компоненти на рибозомата се използва величината S (сведберг). Тя характеризира скоростта на утаяване на компонентите на рибозомата при центрофугиране (1 S= 10^13 s)

- Повече от половината от масата на рибозомата е на рибозомните РНК-и. Те играят и ключова роля във функционирането на РНП комплекса. В малката субединица на всяка рибозома има само една рРНК (16S рРНК в прокариотната и 18S рРНК в еукариотната малка субединица). В голямата субединица на прокариотната рибозома има две рРНК (23S и 5S), докато при еукариотната рибозома те са три (28S, 5.8S и 5S). Белтъците в рибозомата усилват и стабилизират функциите на рРНК молекулите. Някои от белтъците имат ензимна функция.

Дезоксирибонуклеопротеидни НМК - хроматин

- Това са молекулни асоциации на белтъци с ДНК. Пример за такъв надмолекулен комплекс е хроматинът. Белтъците, участващи в комплекса, са две групи: т. нар.

хистонови и нехистонови белтъци. Хистоновите белтъци (хистони) изпълняват главно структурна функция в състава на хроматина.

- В зависимост от участието им в опаковането на ДНК хистоните се разделят на две групи: нуклеозомни хистони и Н-хистони.

- Нуклеозомните хистони са изградени от сравнително малък брой аминокиселинни остатъци (от 102 до 135). Към тях се отнасят: хистон 2А (Н2а), хистон 2В (Н2в), хистон 3 (Нз) и хистон 4 (Н4). Тези белтъци са свързани функционално с образуването на нуклеозомите структурните единици на хроматина. Като цяло нуклеозомните белтъци проявяват много висока еволюционна консервативност дори при отдалечени в систематично отношение организми те имат почти еднаква първична структура.

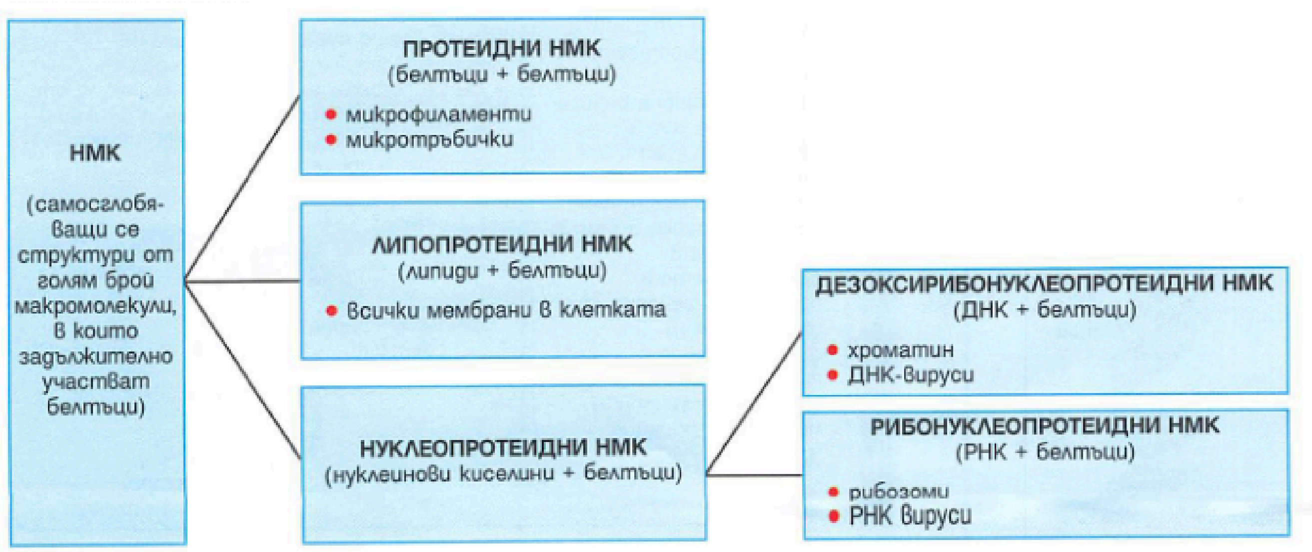
- Хистоните Н1 са белтъци, изградени от около 215 аминокиселинни остатъка. Функционално те участват в свързването на отделните нуклеозоми в хроматиновата нишка

- В хроматиновия комплекс участват и нехистонови белтъци. Те имат основно регулаторни функции голяма част от тях са белтъци, регулиращи генната активност. Основна структурна единица на хроматина с нуклеозомата. Всяка нуклеозома с изградена от ДНК и белтъчно телце, състоящо се от четирите нуклеозомни хистона (всеки представен с по две молекули). Около така формирания хистонов октамер се завива (1,75 пъти) участък от ДНК, съдържащ 146 нуклеотидни двойки. Неасоциирана с октамера остава част от ДНК молекулата (около 60 нуклеотидни двойки), наречена линкерна ДНК. Н1-хистонът се свързва с линкерната ДНК и по този начин доближава октамерите един до друг.

- Получената нишка от последователно наредени октамери с диаметър 11nm т. нар. елементарна хроматинова нишка, с първото равнище в компактизацията на ДНК. В живите клетки хроматинът рядко е под формата на елементарна хроматинова нишка. Тя е подложена на многократна компактизация, в резултат на което се получават различните равнища на опаковане на хроматина. Хроматинът има максимална компактизация и компактност в метафазната хромозома.

Надмолекулни комплекси (НМК). Примери (текст и примери от таблицата)

- НМК са много-молекулни асоциации от белтъци и други молекули, които се разпознават помежду си и се самосглобяват.



Структурни особености на вирусите

- Вирусите са надмолекулни комплекси. Те са изградени от нуклеинови киселини и белтъци и са типичен пример за самосглобяващи се структури. Вирусите обаче се различават от останалите надмолекулни комплекси по това, че проявяват инфекциозни свойства.

- Вирусите „оживяват", когато попаднат в клетка, защото могат да променят ней-ната програма така, че да я „принудят" да започне сама да изгражда нови вирусни частици. Вирусите са инфекциозни частици, носещи своя генетична информация, която започва да функционира, когато вирусът попадне в клетка. Извън клетката вирусите не могат да се самовъзпроизвеждат. Те се разглеждат като вътреклетъчни паразити.

- Вирусната нуклеинова киселина, която е носител на генетичната информация на вируса, може да бъде ДНК или РНК. Това показва, че освен ДНК, РНК също може да бъде носител на генетична информация. НК се помества в сърцевината на вируса. Тя е защитена от белтъчна обвивка, която се нарича капсид. Капсидът е образуван от еднакви белтъчни молекули - капсомери. Някои по-сложно устроени вируси имат и външна обвивка, която напомня на клетъчните мембрани и се състои от липиди, белтъци и въглехидрати.



. 3. 54. Обща схема на строежа на вирус

- Класификацията на вирусите е сложна и се прави по различни признаци: в зависимост от съдържанието на ДНК или РНК, в зависимост от клетките, които инфектират растителни или животински и пр. Съществуват и вируси по бактериите, които се наричат бактериофаги или просто фаги (вируси, изяждащи бактериите, фагус изяждам). Вирусите проявяват специфичност по отношение на организмите и клетките, в които се възпроизвеждат

Възпроизвеждане на вирусите разпознаване, прикрепване и проникване на вируса в клетката

- Най-често те се прикрепват към клетъчната мембрана и „инжектират" своята нуклеинова киселина в клетката . За да се осъществи прикрепването, вирусът трябва да „разпознае" специфично място от клетъчната мембрана на даден тип клетка. Така някои вируси атакуват само нервни клетки, например вирусите на детския паралич (полиомиелита) и на беса, а вирусът на СПИН атакува определен вид бели кръвни клетки.

- Вирусите могат да попаднат в клетката и по-друг начин като бъдат погълнати" от нея. При поглъщането клетъчната мембрана се огъва около вируса и го поема. Като попадне в клетката, неговата обвивка се разрушава и се освобождава вирусната НК.

- Когато вирусната НК попадне в клетката, за нея има няколко възможности. Едната възможност е тя да се удвоява самостоятелно, като използва ензими, градивни материали и енергия от клетката. Синтезираната вирусна НК пов- пиява клетъчната програма, като дава „указание" за насочване на синтезите в клетката главно към образуване на вирусен белтък. В резултат се получават вирусна нуклеинова киселина и белтък, те се „разпознават и сглобяват в зрели вирусни частици, които напускат клетката, готови да заразяват други клетки. Другата възможност за вирусната НК е да се вгради в клетъчната ДНК, при което клетъчната ДНК става носител не само на сво- ята, но и на генетичната информация на вируса. Когато вирусната НК е РНК, по определен, сложен механизъм, тя се презаписва в ДНК- копие, което може да се вгради в ДНК на клетката. Свойството на вирусните НК да се вграждат в клетъчната ДНК е важен фактор за промяна на наследствената информация на клетката-гостоприемник.

Възпроизвеждане на вирусите производство на нови вирусни частици и напускане на клетката

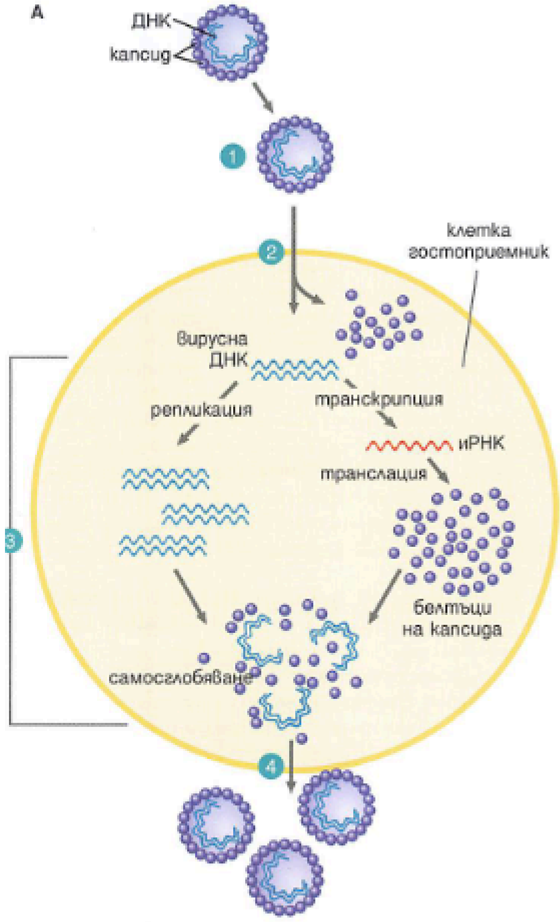
- В редица случаи вирусите попадат в клетката, но не се възпроизвеждат. Клетката може да се дели през това време и така вирусната НК попада в други клетки, но без да започне синтезата на зрели вирусни частици. Понякога периодът на вирусоносителство, без проява на вирусна инфекция, може да трае от няколко месеца до няколко години. При определени условия клетката, носеща вирусна НК, се превръща в клетка, изграждаща вирусни частици.

- В едни случаи се появяват хиляди вирусни частици, клетъчната мембрана се разрушава, вирусните частици напускат клетката и тя загива. В други случаи клетката може да се запази и да се възстанови, след напускане на вирусните частици. Така напри- мер грипните вируси напускат клетките, които са ги образували, през клетъчната мембрана, без да причинят разрушаването ѝ. Затова след грипна инфекция заразените клетки се възстановяват. При някои

вирусни инфекции клетката не само че не загива, а напротив тя се „обезсмъртява". Такива са заразените с туморни вируси клетки. Те претърпяват морфологични промени и могат да бъдат отличени от здрави клетки при наблюдение под микроскоп. Такива променени клетки започват безконтролно да се делят, могат да се придвижват в орга- низма (да метастазират) и накрая да причинят смъртта му.

Схематично представяне на етапи на възпроизвеждане на вирус

- Вирусите се възпроизвеждат само след навлизането им в живи клетки, където използват ресурсите на клетката-гостоприемник



1 *Прикрепване на вириона към мембраната* на клетката-гостоприемник – осъществява се чрез специфични рецептори от повърхността на капсида.

2 *Проникване на вирусната НК в клетката-гостоприемник*

- При бактериофагите белтъчната „опашка“ се нагъва и ДНК се впръсква в бактерията.
- Вирусите с мембрана сливат мембраната си с тази на клетката-гостоприемник и вирусната нуклеинова киселина прониква в нея.
- При останалите вируси прониква или само нуклеиновата киселина, или целият вирион. В клетката капсидът се разгражда.

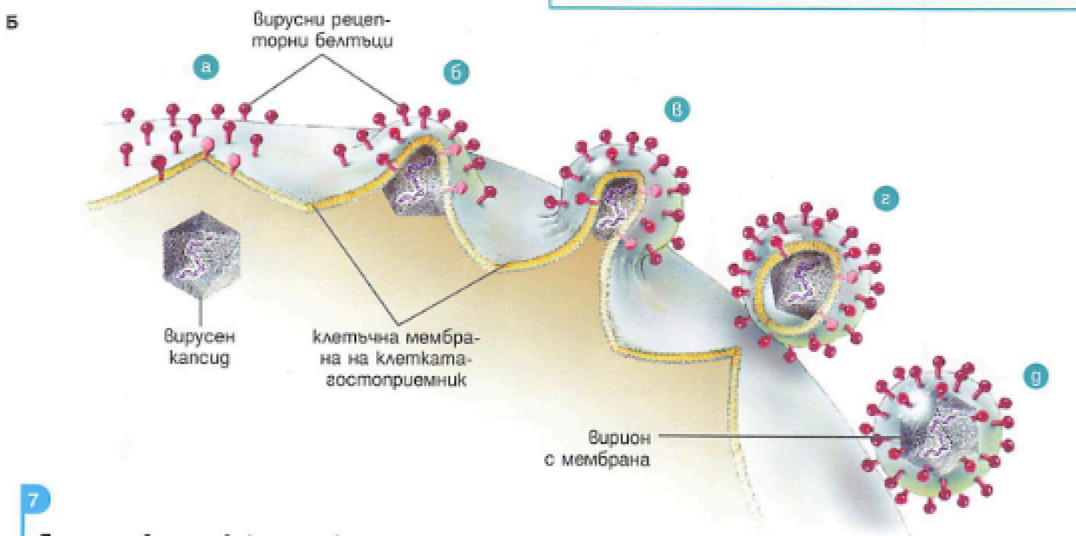
3 *Мултипликация на вируса в клетката-гостоприемник*

- Проникналата вирусна ДНК многократно се реплицира.
- В резултат на транскрипция и транслация се синтезират голямо количество вирусни белтъци.
- Белтъците и нуклеиновите киселини се самосглобяват в интактни вирусни частици.

4 *Напускане на клетката-гостоприемник*

- Бактериофагите разрушават (лизират) бактериалната клетка и излизат в околната среда.
- Вирусите с мембрана напускат клетката, обвивайки се с нейната клетъчна мембрана 7Б .
- Някои вируси напускат клетката-гостоприемник постепенно, без да я разрушават.

1, 2, 3, 4 – 7А
а, б, в, г, д – 7Б



7 Етапи при възпроизвеждане на вирус

Място на вирусите в природата и хипотези за произхода им.

- Какъвто и да е произходът на вирусите, те могат да се разглеждат като неклетъчни форми на живот, защото притежават своя наследствена информация (по което приличат на живите организми), но нямат способност са- ми да се възпроизвеждат (което ги отличава от всички известни живи организми).

- Една интересна хипотеза за произхода на вирусите е хипотезата за така наречената „избягала" ДНК. Такава ДНК, произлязла от някоя клетка, може да се възпроизвежда в друга клетка, като използва нейния синтетичен апарат, а не този на клетката, от която произхожда. Ako mazu хипотеза се потвърди, то вирусите следва да се разглеждат като произлезли от клетъчните организми, а не като техни предшественици.

Базисна информация за вирусните заболявания

- Добре известно е, че вирусите са причинители на най-различни заболявания: от грипа до детския паралич и хепатита, от едрата шарка до СПИН, който е една от големите заплахи на нашето съвремие. Някои от тези заболявания са познати на човечеството още от древни времена. В гробниците на египетските фараони са намерени мумии с типични за детския паралич поражения. В продължение на десетилетия едрата шарка и бясът са били бич за човечеството. С опитите за лечение на вирусните заболявания са свързани и първите опити на човека да се предпази от тях чрез ваксиниране. Първата ваксина е създадена от Е. Дженер и е използвана за предпазване от едра шарка; по-късно Луи Пастьор създава противобясната ваксина.

- Вирусните заболявания по човека и животните са най-разнообразни. Особеност на вирусите е тяхната бърза изменчивост, поради което създаването на ваксини силно се затруднява. Появяват се и нови, неизвестни в миналото вируси, като този на СПИН.

- Някои от вирусите се разпространяват по така наречения въздушно-капков път (при кихане, кашляне). Така се разпространяват грипните вируси. Проста защита срещу такива вируси е честото сменяне на носни кърпи и проветряване на помещенията. И досега грипните инфекции са едни от най-често срещаните при човешката популация. Имало е периоди, когато грипните заболявания са обхващали такава голяма част от човечеството, че от епидемии са се превръщали в пандемии (пандемия заболяване, обхващащо големи групи хора в целия свят) например първата известна пандемия от грип в началото на XX век. Тя е отнела живота на повече хора, отколкото са загинали през Първата световна война. Сега има ефикасни ваксини срещу грипните вируси. За предпазване от грипна инфекция се препоръчва още приемането на големи количества витамин С. на препарати от растителен (есберитокс) и животински произход (осцилококцинум) и др., които стимулират имунната защита. Вирусът на грипа не убива клетките, в които попада. Заплахата от него идва повече от усложненията, които го следват. Поради повишената податливост на заболелия, често грипното заболяване се следва от бактериални инфекции.

- Друг начин на предаване на вирусна- та зараза е чрез стомашно-чревния тракт. Така се предава вирусът на хепатита. Защита срещу такива инфекции най-лесно се постига чрез поддържане на висока хигиена. Не напразно хепатитът понякога се нарича болест на мръсните ръце.

- Има вируси, които се предават само по кръвен или полов път. Типичен представител на такива вируси е вирусът на СПИН.

Някои от най-опасните за човека вируси таблица

Заболяване	Поразяван орган или система	Начин на разпространение
1. Грип	дихателните пътища	въздушно-капков път
2. Едра шарка	дихателните пътища и кожата	въздушно-капков път или кожен контакт
3. Заушка	дихателните пътища; обща инфекция, която се предава чрез кръвта; поражения – в слюнчените жлези и понякога при мъжете в семенниците	въздушно-капков път
4. Детски паралич	гълтката, червата, после чрез кръвта; засяга двигателните неврони на гръбначния мозък (тогава може да настъпи паралич)	най-често въздушно-капков път
5. Жълта треска	кръвоносните съдове, черния дроб	преносители: комари, кърлежи
6. СПИН	определени бели кръвни клетки (атакува имунната система)	кръвен път (чрез кръвопреливане) или полов път

Приони и вироиди

- През 1971 г. е изолиран инфекциозен агент, който се състои само от „гола" РНК. Такива инфекциозни частици се наричат вироиди. Те са около 1000 пъти по-малки от вирусите. Вироидите представляват молекули едноверижна РНК. Вироидната РНК се състои от около 300- 350 нуклеотида. Виродите са открити само в растителни клетки. Те причиняват заболявания при растенията, например по картофите, по доматите и др. Пренасят се чрез поленовия прашец или пряко през наранена повърхност на растението. Не се знае как РНК на вироиди- те причинява заболяването.

- Дест години след откриването на вироидите бяха открити прионите. Прион означава протеиноподобна (протеин белтък) инфекциозна частица. Прионите са инфекциозни частици, които се състоят само от белтък и предизвикват заболявания по животните и човека. Заболяванията засягат мозъчни клетки. Първото заболяване, причинено от прион е описано при овце. Нашумялото напоследък заболяване, наречено „луда крава", също се причинява от прион. То се превърна в сериоз- на заплаха, понеже може да се предава и на човек (синдром на Кройцфелт-Якобс) при консумиране на говежди продукти, в които са попаднали нервни клетки от заболяло животно. За прионите се знае много малко. Предполага се, че те са неправилно нагънати белтъци, чиято първична структура не се различава от тази на обикновените клетъчни белтъци. След синтезата им те претърпяват неизвестни засега промени. Независимо че имат същата аминокиселинна последователност както някои клетъчни белтъци, те имат различна пространствена структура. Не е известно от какво се определя усилената синтеза на такива променени белтъци в заразените клетки.

Част 3 - Устройство на клетката и методи за изследването и

Прокариотни клетки. Бактерии

Устройство на прокариотната клетка и основни групи прокариоти Бактерии

- Прокариотните клетки са най-многобройните и най-древните обитатели на Земята. Милиарди години те са се развивали едновременно с еукариотните. За разлика от клетките на многоклетъчните организми, прокариотните клетки могат да живеят напълно самостоятелно. Всяка прокариотна клетка е самостоятелен организъм. Приспособени към условията на съвременната Земя, прокариотите населяват всички среди на живот. За човека те могат да бъдат много полезни, но и много опасни. Към тях се отнасят същинските бактерии и цианобактериите (синьо-зелените водорасли).

- Същинските бактерии (бактерион пръчица) са просто устроени. Те са стотици пъти по-малки от еукариотните клетки (0,2-2,0 μm). Огромен е броят на видовете бактерии предполага се десетки хиляди, но само около две хиляди са изучени. Разграничаването на видовете се прави по редица показатели: форма на клетката, подреждане на клетките в клетъчни обединения, наличие на камшичета, начин на получаване на енергия, пигментация (оцветеност), болестотворност и др.

- Формата на клетката може да бъде сферична, пръчковидна или огъната, което под- разделя бактериите съответно на коки, бацили и спирили. При размножаването всяка клетка се дели на две и клетъчните поколения при много видове остават обединени.

- Бактерийната клетка е обособена чрез плазмена мембрана от липиди и белтъци, построена по общия план на клетъчните мембрани, която изпълнява общите мембранни функции. Плазмената мембрана е покрита отвън с клетъчна стена от полизахариди, липиди и белтъци. Тя придава на клетката определена форма и има защитна функция. Много бактерии притежават над клетъчната стена допълнителна капсула от полизахариди. За разлика от еукариотната клетка, бактерията няма ядро. Цялата наследствена програма е събрана в една молекула ДНК. Тя е двуверижна, пръстеновидна молекула, потопена в цитоплазмата. Нарича се бактерийна хромозома. Цитоплазмата не съдържа мембранни структури, ограничени с единична или двойна мембрана.

- Бактерийната клетка се нуждае от много белтъци, тъй като се размножава много често. Те се синтезират в бактерийни рибозоми, които имат същата структура както еукариотните, но са по-малки, а броят им в клетката е много голям (количеството им може да достигне 40% от клетъчната маса).

- Повечето бактерии са хетеротрофи хранят се с органични съединения, произведени от други организми. Тези, които получават храна от живи организми,

се наричат паразити и в много случаи предизвикват заболявания. Бактерии, които си набавят хранителни вещества от трупове или разградена органична материя, се наричат сапрофити.

- Хетеротрофните бактерии съдържат набор ензими, с чиято помощ разграждат органичните вещества. Така си набавят материал и енергия за собствените жизнени процеси. За да съществуват, едни от тези бактерии се нуждаят от кислород (хетеротрофи-аероби), а други могат да преживеят в отсъствие на кислород (хетеротрофи-анаероби).

Размножаване на бактериите и образуване на спори

- Бактериите се размножават извънредно бързо едно поколение може да живее само 20-30 min. За това време клетките растат и се делят чрез просто делене на две дъщерни клетки. Делящата се клетка се удължава, а хромозомата се прикрепва за плазмената мембрана в средната зона. От точката на прикрепване започва удвояването на ДНК. С растежа на клетката двете нови хромозоми се отдалечават една от друга и след деленето на старата клетка попадат в новите клетки. Размножаването е възможно само при благоприятни условия: наличие на хранителни вещества, кислород, топлина, влага и др. Някои вещества (антибиотици) силно потискат размножаването. Ултравиолетовите лъчи на пряката слънчева светлина унищожават бактериите.

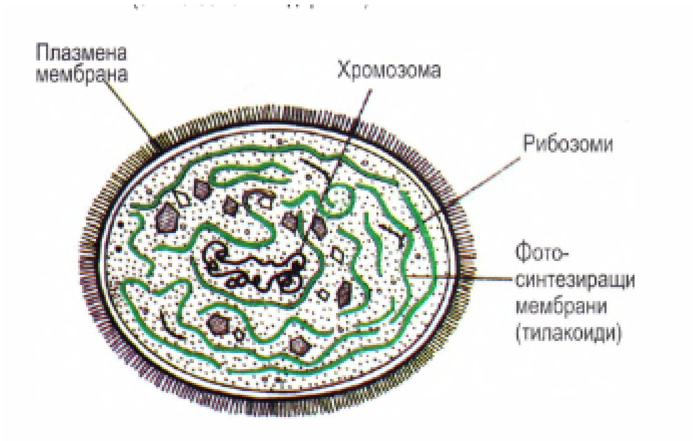
- Характерен белег за повечето бактерийни клетки е наличието на камшичета, с които те се придвижват в течна среда. Камшичетата имат въртеливо движение по часовниковата стрелка при едни видове и обратно при дру- ги. Някои бактерии имат и множество къси израстъци, наречени пили, чрез които се свързват помежду си или прилепват към повърхността на животинските клетки.

- Честото размножаване позволява наследствената програма на бактериите силно да се изменя под влияние на средата. Това свойство е причина за бързото им приспособяване. То прави борбата с тях много трудна.

- При неблагоприятни условия (недостиг на хранителни вещества, засушаване и др.) някои видове бактерии образуват спори. Клетката се покрива с плътна обвивка и всички клетъчни процеси спират до появата на подходящи условия за живот.

Цианобактерии и схема на устройството им

- Те са много близки по строеж и функции до същинските бактерии. Притежават всички описани за бактериите структури, но нямат камшичета. Ха- рактерна тяхна особеност са множеството мембранни пластинки (тилакоиди), разполо- жени в цитоплазмата. Те съдържат зеления пигмент хлорофил, с чиято помощ клетката фотосинтезира като поглъща светлинна енергия и така си набавя органични вещества. Затова цианобактериите са автотрофи. Подобно на клетките на зелените растения, клетките на цианобактериите използват слънчевата светлинна енергия за собствените жизнени процеси.



Базисна информация за бактерийните заболявания

- Бактериите имат огромно значение в природата. Те са основен фактор при гниенето процес на разграждане на белтъците, на органичната материя и последващото я минерализиране. В това отношение те играят първостепенна роля в кръговрата на веществата.

- В почвата, където съдържанието на бакте- рии е огромно, те не само осигуряват разлагането на животински и растителни отпадъци. Някои видове бактерии са азотфиксиращи те улавят азота от въздуха и го включват в синтезата на белтъци, обогатявайки почвата с така необходимите за растенията азотни съединения. Някои от тези бактерии живеят и в симбиоза с кореновите клетки на бобовите растения. В селското стопанство за повишаване на добивите от различни култури се препоръчва използването на естествени торове, които са силно обогатени на бактерии. Бактериите населяват и храносмилателната система на животните и човека, като в много случаи подпомагат разграждането на целулозата, постъпваща с храната.

- Днес се разработват модерни биотехнологични направления, в които се използват различни високопродуктивни бактерии за производство на ензими, витамини, хормони, антибиотици и др. Бактерии се използват дори за извличане на метали от рудни изкопаеми.

- Много видове бактерии са болестотворни. Те предизвикват различни инфекциозни заболявания у човека и животните, например стомашно-чревни инфекции (тиф, дизентерия), загнояване на рани, ангина, възпаление на белите дробове, туберкулоза, тетанус, чума и др.

- Цианобактериите са разпространени широко в почвата и в замърсени водоеми. По тяхното присъствие се съди за степента на замърсяване на водата.

Опасни за човека бактерии - примери

Заболяване	Поразяван орган или система	Начин на разпространение
1. Загнояване на рани	кожата и лигавицата	контакт
2. Ангина	лигавицата на устната кухина	въздушно-капков път (кашляне, кихане)
3. Белодробна туберкулоза	белите дробове	въздушно-капков път (кашляне)
4. Дизентерия	дебелото черво	контакт; замърсени хранителни продукти
5. Тетанус	централната нервна система	контакт на рани със спороносна почва (торена с естествен тор)
6. Салмонелоза	тънкото черво	хранителни продукти (яйца, месо, мляко)

Еукариотна клетка. Клетъчна мембрана

Цитоплазма на еукариотните клетки и схема за структурата на цитоплазмата

- Клетката най-малката структурна и функционална единица на живата материя, е способна (в определени граници) на самостоятелно съществуване. Едноклетъчните организми, както и клетки, отделени от многоклетъчни организми, могат да преживяват и да се размножават в подходяща среда. Това е възможно, тъй като всяка клетка притежава набор от структури клетъчни органели (малки органи), чиито функции осигуряват нормалното протичане на всички жизнени процеси. Еукариотната клетка се отличава с извънредно сложен строеж. При многоклетъчните организми отделните видове клетки имат различно предназначение, изпълняват различни функции и затова структурата им е също различна. Формата на различните видове клетки е разнообразна. Например при животните и човека клетките на зародиша са сферични, червените кръвни клетки Дисковидни, нервните и костните силно разклонени, мускулните вретеновидни, епителните многостенни. При растенията сферична форма имат клетките на основната тъкан (паренхима), а тези на проводящите тъкани са силно удължени. Най-причудливи форми се срещат при водните растителни и животински едноклетъчни. Съществуват клетки с променяща се форма - амебата, някои бели кръвни клетки. Големи различия се наблюдават и в размерите на клетките. Животинските клетки са с размери средно от 10 до 30 ит, а растителните - от 10 до 100 мм. Някои нервни клетки със своя дълъг израстък (аксон) достигат до 1 м дължина. Най-едрите овални клетки при животните са яйцеклетките при бозайниците те достигат до 200 ит, а при растенията клетките на ликовите проводящи цеви са дълги няколко ст.

- Формата и големината на различните клетки не са случайни. Те съответстват на различни функции, които клетките изпълняват в организма.

- Така нервните клетки провеждат нервни импулси, а ликовите клетки вещества, на значително разстояние, благодарение на дължината си. Двойновдлъбнатата дисковидна форма на червените кръвни клетки облекчава свързването на кислород от съдържащия се в тях хемоглобин, а яйцеклетката с големината си побира достатъчно хранителен материал за началния стадий на развитие на бъдещия организъм.

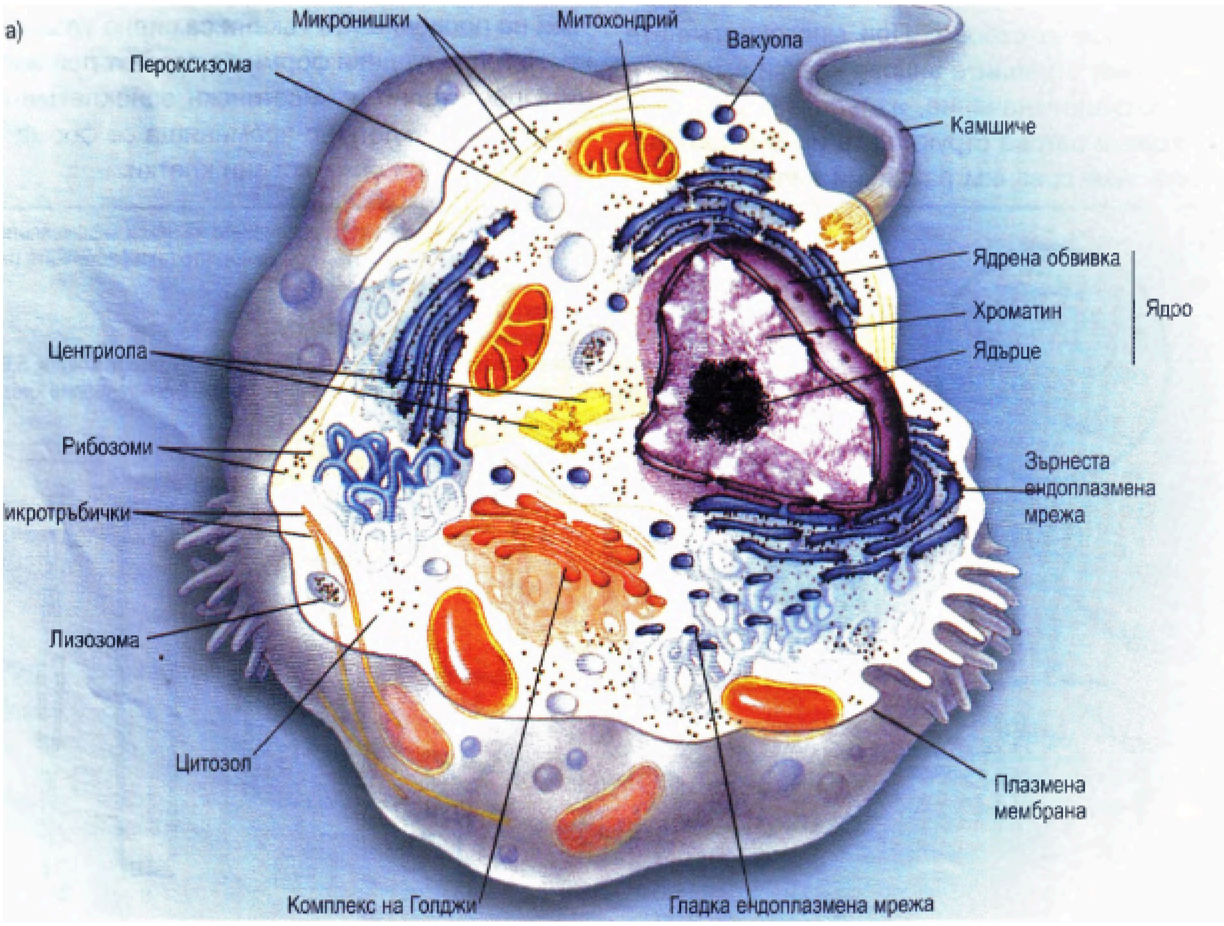
- Клетъчното съдържимо представлява разнородна желеподобна маса. То включва два основни компонента цитоплазма и ядро, и е покрито с мембрана плазмена мембрана, която го отделя от околната среда. В цитоплазмата и ядрото са разположени клетъчните органели. Цитоплазмените органели са потопени в полутечна среда, наречена цитозол, а ядрените в ядрен сок. Освен органели, в цитозола се срещат и резервни вещества зърна, главно от въглехидрати (скорбяла, гликоген), по-рядко от белтъци, а също така и мастни капки.

- Ако сравним устройството на различни видове еукариотни клетки, ще установим, че някои от органелите" присъстват във всички клетки. Наричат се общи (универсални) клетъчни органели. Те изпълняват една и съща роля в отделните видове клетки. Наред с тях, всеки вид клетки съдържа и специализирани клетъчни органели, чрез които клетката изпълнява специализирани функции. Те са различни в клетките на различните тъкани.

- Общи (универсални) органели. В цитоплазмата са разположени голям брой вътрешни мембрани, отделящи по-големи или по- малки пространства малки мехурчета, канали, цистерни, вакуоли (големи мехурчета). Това са мембранните органели: ендоплазмена мрежа (ендо вътрешен), комплекс на Голджи, лизозоми (лизис разграждане; сома тяло), пероксизоми, митохондрии (митос - нишка). Растителните клетки, освен изброените органели, притежават още пластиди и големи вакуоли, а плазмената им мембрана е покрита отвън със здрава целулозна обвивка клетъчна стена. Всеки органел изпълнява в клетката определена функция, например ендоплазмената мрежа участва в синтезата на белтъци и липиди, комплексът на Голджи в образуването и отделянето от клетката на секрети, лизозомите в разграждането на различни вещества, митохондриите в преобразуването на енергия, получена от хранителните вещества.

- Клетъчното ядро също е покрито с мембранна обвивка, която го отделя от цитоплазмата и може да се разглежда като сложен мембранен органел. То съдържа хроматин и ядърце.

- В цитоплазмата се намират и общи (универсални) органели, които не са ограничени с мембрана немембранни органели: рибозоми, микронишки, микротръбички, центриоли. Всички органели са изградени от белтъци, но мембранните съдържат и липиди, а рибозомите - РНК.



Клетъчен граничен апарат при еукариотите

- В живите клетки много рядко плазмената мембрана е незащитена, непокрита. Обикновено върху нейната външна повърхност са разположени молекулни агрегати на различни вещества. При клетките на растенията и бактериите такива вещества образуват здрава клетъчна стена, а при животинските клетки мека, желеподобна покривка, наречена гликокаликс. Във всички случаи основен компонент на тези покрития на клетъчната повърхност са разнообразни въглехидрати.

- Клетъчната стена на растенията е образувана главно от целулоза - полизахарид с висока молекулна маса, полимер на глюкозата, при който глюкозните остатъци са свързани в дълги неразклонени вериги. Целулозните вериги са групирани в снопчета, които образуват здрави влакна. Стената на растителните клетки започва да се образува още при деленето на майчината клетка. След деленето на ядрото нейното тяло се разделя чрез вътрешна преградна пластинка на две равни части, при което се образуват две нови дъщерни клетки. Тази преграда съдържа главно пектин полизахарид, който поддържа слепени съседните плазмени мембрани. С нарастването си дъщерните клетки образуват слоеве целулоза от двете страни на преградата и клетъчната стена на двете съседни клетки се оформя окончателно, когато те достигнат размерите на зрели, възрастни клетки. Целулозната клетъчна стена механично е много здрава и служи като надеждна защита на клетката. Заедно с това, с нейна помощ се формират растителните тъкани и органи, чия- то механична здравина позволява да се извършват нормално процесите, протичащи в тях, например корените да

проникват в почвата, листата да излагат на слънчево огряване цялата си повърхност. В клетките на стъблото на най-едрите растения дърветата, клетъчната стена съдържа допълнителен укрепващ фактор лигнин (полизахарид), който заедно с целулозата образува дървесината. Здравината на дървесината позволява стъблото да поддържа огромния товар на короната на дървото.

- Животинските клетки не притежават клетъчна стена или твърда обвивка, което прави възможно движението и огъването на техни участъци. Върху външната им повърхност се намира слой от Въглехидрати, чиито молекули са свързани с мембранни белтъци и липиди, образувайки съответно гликопротеини и гликолипиди молекулите на гликокаликса. Те изпълняват двойна функция.

- От една страна, те слепват клетките от един тип или ги прикрепят към други външни структури. Такива структури могат да бъдат например влакната, които като здрави нишки се вият през съединителната тъкан. Тези влакна са образувани от основния белтък на съединителната тъкан колаген.

- От друга страна, съставът и сложното подреждане на захарните молекули в гликокаликса са характерни, специфични за всеки тип клетки. По тях клетките разпознават „свой" от „чужд".

- Така гликокаликсът участва в клетъчното разпознаване, съдържайки молекулни „отпечатъци от пръстите", типични за всеки клетъчен тип. А от клетъчното разпознаване зависи какъв ще бъде клетъчния отговор в рамките на тъканта и на организма като цяло.

Фосфолипиден двуслой на клетъчната мембрана. Схема на фосфолипид

- За да съществуват, живите клетки трябва да бъдат изолирани от околната среда и, заедно с това, непрекъснато да обменят с нея вещества и енергия. С тази двойна задача се справя успешно периферната клетъчна мембрана плазмената мембрана. Тя предпазва клетката от свободното постъпване или излизане на вещества. Чрез сложната си структура плазмената мембрана избирателно пропуска вещества такива, които са необходими за жизнените процеси, и непотребните продукти на обмяната, подлежащи на изхвърляне. Устройството и функционирането на вътрешноклетъчните мембрани е подобно на тези на плазмената мембрана.

- В резултат от свойствата на фосфолипидните молекули възниква структура, която затваря определено пространство и не е свободно пропусклива за водата и разтворените в нея вещества.

- Тази структура се нарича фосфолипидна мембрана и тя обособява както клетката като цяло, така и нейните мембранни органели. Плазмената мембрана е изградена от липиди и белтъци. Това са основните вещества в нейния състав. Основа на мембранната структура са фосфолипидните молекули, които са подредени в два слоя. Това подреждане се определя от свойствата на фосфолипидите и взаимодействието им с водата средата, в която нормално съществуват живите клетки. Главите на фосфолипидните молекули като

хидрофил- ни се ориентират към водната среда, а хидрофобните им участъци се отблъскват от водните молекули. Това заставя фосфолипидните молекули да се подредят само по един възможен начин в два слоя, противоположно насочени. Образуваният двоен слой е непрекъснат и затваря определено пространство. Така хидрофобните опашки нямат контакт с водните молекули.

Свойства на фосфолипидния двуслой дифузия и осмоза

- Веществата, които мембраната пропуска, са разтворени във вода. Водата може да преминава през мембраната. Нейните молекули са полярни, но преодоляват хидрофобната сърцевина на мембраната, като се събират в агрегати и пробиват кратковременни пори в нея.

- Водата преминава през мембраната в посока към по-концентрирания разтвор. Това нейно движение се нарича осмоза.

- Силата, която движи водните молекули и предизвиква осмозата, се нарича осмотично налягане. Такова налягане има всеки разтвор и то е пропорционално на концентрацията на веществото в него. Следователно, ако от двете страни на плазмената мембрана общата концентрация на различните вещества е еднаква, осмоза няма да се наблюдава пора- ди еднаквото осмотично налягане.

- По принцип разтворените във водата вещества могат да преминат през мембрана, ако от двете и страни концентрацията на техните молекули или йони е различна и ако мембраната ги пропуска. Тогава веществата преминават от средата с по-висока концентрация към средата с по-ниска пренос, който се нарича дифузия, Пътищата за пренос на веществата през биологична мембрана чрез дифузия са три: първият през хидрофилните белтъчни канали; вторият през двойния липиден слой; третият с помощта на белтък- преносител, разположен в мембраната. През белтъчните канали преминават бързо малки заредени частици йони, каквито двойният ли- пиден слой не пропуска Na^+, K^+, Cl^- и др. През двойния липиден слой могат да преминат незаредени частици молекули на O_2, N_2, урея, глицерин и др. А белтъците-преносители свързват и прехвърлят през мембраната по-големи полярни молекули аминокиселини, глюкоза, лактоза и др. Както белтъчните канали, така и белтъците-преносители не са универсални, а могат да пренасят само определени йони или молекули съществуват например натриев канал, хлорен канал, белтък-преносител за глюкоза и пр. Някои вещества могат да се пренасят по два пътя.

- Трите пътя на пренос, които се осъществяват без да е необходимо клетката да изразходва енергия, се означават като пасивен мембранен транспорт.

- Често обаче се налага клетката да приема вещества, чиято концентрация отвън е по-ниска, отколкото във вътрешноклетъчната среда, например K^+, Mg^{++}, фосфатни йони.

- Или пък е необходимо да се изнасят от клетката вещества, чиято концентрация в извън клетъчната среда е по-висока, например Na^+. В този случай дифузията е невъзможна. Налага се пренасяната частица да бъде свързана с белтък-преносител, намиращ се в мембраната. И още, за да може да прехвърли

веществото в среда, където неговата концентрация е по-висока, белтъкът-преносител трябва да използва клетъчна енергия. Такъв енергозависим пренос се нарича активен мембранен транспорт.

- Клетката поема от околната среда и по-едри частици, които не могат да преминат през мембраната по описаните пътища. Този въпрос ще бъде разгледан в един от следващите уроци.

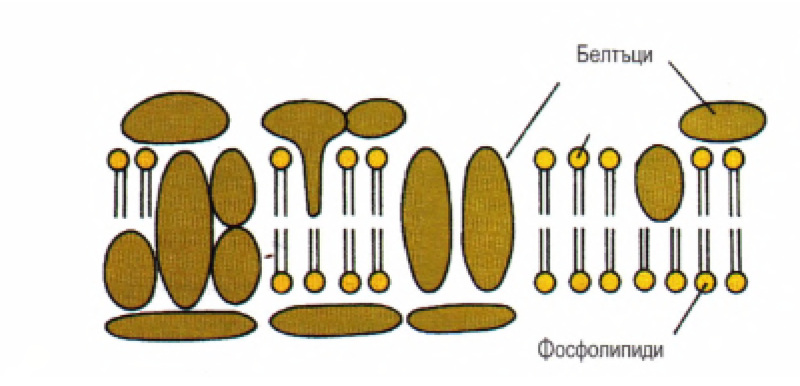
- Благодарение на избирателната пропускливост на плазмената мембрана, клетката обменя различни вещества с околната среда. За едноклетъчните и за растителните клетки тази среда е водата, а за животинските клетки тъканната течност, лимфата и кръвта. И в двата случая този обмен поддържа клетъчните процеси и функции.

Мембранни белтъци и схема на мембранен рецептор

- Белтъците на плазмената мембрана са разположени по различен начин неравномерно сред фосфолипидните молекули, подобно на мозайка. Ако белтъчната молекула изцяло е покрита с хидрофилни участъци, тя остава на повърхността на двойния фосфолипиден слой. Ако обаче белтъчната молекула съдържа хидрофобен участък, тя потъва частично в слоя или го пронизва хидрофобният участък се помества между опашките на фосфолипидните молекули. Така, в зависимост от природата си, белтъците на мембраната имат различно разположение.

- Мембранните белтъци изпълняват различни функции: едни укрепват структурата на мембраната, други са ензими, трети образуват хидрофилни канали в двойния фосфолипиден слой, през които могат да преминат заредени частици, четвърти свързват молекули на определени вещества, като ги пренасят през мембраната, пети свързват хормони. Избирателната пропускливост на мембраната се дължи главно на белтъците-канали и на белтъците-преносители.

- Така описаната структура на плазмената мембрана има дебелина около 10 nm. Тя не е втвърдена, статична, а е полутечна свойство, което се определя от фосфолипидите. Белтъците на мембраната могат да променят своето положение те „плуват като айсберги в липидното езеро". Тези особености са дали основание модела, по който е построена мембраната, да бъде наречен течностно-мозаечен.



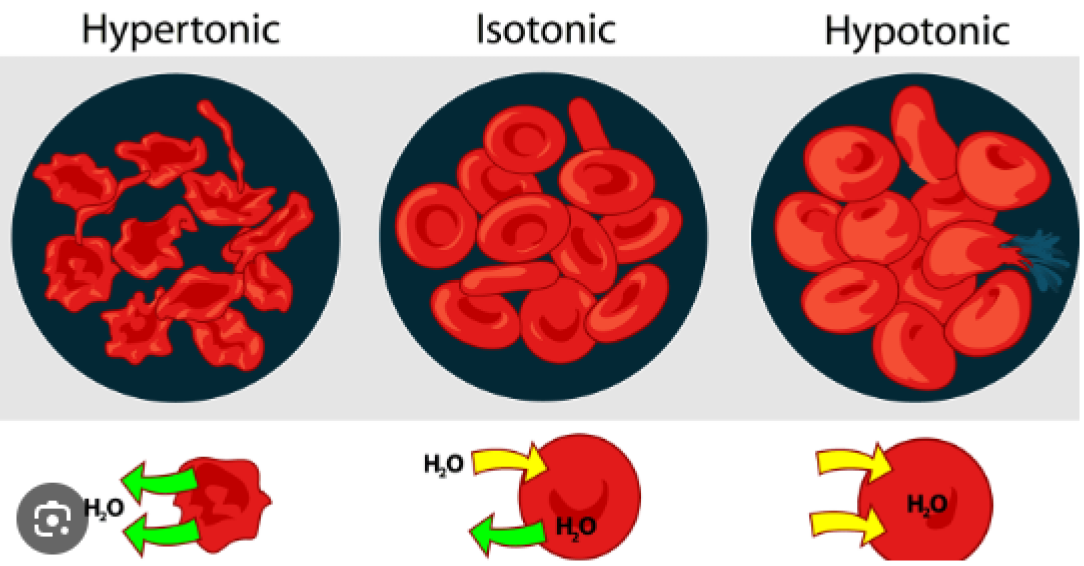
Надмембранни структури в растителни и животински клетки

- Гликокаликсът е надмембранна структура при животински клетки. Представлява дифузен слой от олигозахариди, свързани с фосфолипиди (гликолипиди) или с

белтъци (гликопротеини) на клетъчната мембрана. Дебелината на гликокаликса може да достигне до 50 nm при епителните клетки от чревна лигавица. Гликокаликсът участва в много клетъчни функции клетъчно разпознаване, клетъчна адхезия, клетъчно взаимодействие, клетъчно активиране, клетъчна аглутинация. Свързвайки се с различни йони на средата, гликокаликсът осигурява и необходимата среда за правилното функциониране на клетката.

- Клетъчната стена на растителните клетки е изградена от целулозни молекули, които са паралелно разположени и образуват микрофибрили, които се комплектоват в макрофибрили (с диаметър до (0,5 µm). Макрофибрилите са разположени в пластове с различна ориентация, което придава здравина на клетъчния граничен апарат

Осмотично поведение на клетката и схема за осмотично поведение на еритроцит.

- 

Едномембранни органели

Ендоплазмена мрежа

- Тя представлява мембранен органел, състоящ се от плоски и тръбовидни цистерни, които пронизват голяма част от клетъчното пространство, и свързани с тях мехурчета. Тези структури са обединени в обща система и са отделени от цитозола чрез мембрана, по-тънка от плазмената. но с подобно устройство. Ендоплазмената мрежа може да бъде зърнеста и гладка. При зърнестата външната повърхност е осеяна с рибозоми, свързани в полизоми, които са здраво прикрепени към мембраната. Гладката ендоплазмена мрежа не съдържа рибозоми.

- Синтезираните белтъчни молекули от прик- репените рибозоми преминават през мембранни канали направо във вътрешните пространства на ендоплазмената мрежа и по този начин се изолират от цитозола.

- Чрез мембранни мехурчета, откъсващи се от ендоплазмената мрежа, белтъците се пренасят до друг мембранен органел и оттам се изнасят от клетката.

- Ендоплазмената мрежа зърнестата й част, е особено силно развита в клетки, чиято функция е свързана с продукция на голямо количество белтъци. При животните такива са клетките на жлезите на храносмилателната система, клетките на млечната жлеза и др. Тези клетки отделят секрети, в които основен компонент са белтъците. При растенията таки- ва са клетките на основната тъкан, които натрупват белтъци като запасни вещества (например клетките на семеделите)

- Освен белтъци, в ендоплазмената мрежа се образуват мазнини и фосфолипиди. За разлика от белтъците, те се синтезират в гладката ендоплазмена мрежа. Същата изпълнява и други функции в някои специализирани клетки - обезвреждане на токсични вещества и лекарствени препарати в чернодробните клетки, синтеза на стероидни хормони в клетките на надбъбречните и половите жлези, натрупване на Ca^{++} в скелетните мускулни влакна.

Комплекс на Голджи

- Комплексът на Голджи (КГ) е сборна структура (оттук и названието комплекс, апарат), чиято основна структурна и функционална единица е диктиозомата. Диктиозомата с пакет от 3 до 15 плоски, извити и разширени в краищата си цистерни. В секреторните клетки диктиозомата обикновено е силно полярна: изпъкналата част (цис-страна) с към ЕПМ, а вдлъбнатата (транс-страна) към клетъчната мембрана. Откъм изпъкналата част се наблюдават голям брой малки мехурчета, които се доближават и сливат с мембраната на последната цистерна. Постъпилите от ЕПМ белтъци, липиди и въглехидрати се подлагат на биохимични преобразувания. Вдлъбнатата част на диктиозомата се характеризира с наличието на множество мехурчета секреторни и лизозоми. При екзоцитозата секреторните мехурчета се сливат с клетъчната мембрана, а съдържанието им се изхвърля навън. Лизозомите съдържат хидролитични ензими (хидролази), необходими за смилането на различни вещества в клетката.

- Комплексът на Голджи участва при образуването на разделителната преграда (фрагмопласт) при цитокинезата на растителната клетка. Акрозомата на сперматозоидите също се образува при сливане на мехурчета, отделени от КГ.

Лизозоми

- Лизозомите са малки мехурчета с d = 100 nm, образувани от КГ. Съдържат около 40 различни хидролази (протеази, глюкозидази, нуклеази, липази и др.), смилащи всички органични съединения. В първичните лизозоми ензимите са неактивни поради ниското pH в тях (около 5,8). При сливане на лизозомата с хранителна вакуола или с мехурче, съдържащо ненужни клетъчни органели, ензимите се активират и се образува вторична лизозома.

- Лизозомите изпълняват различни функции, но всички те са свързани с вътреклетъчното смилане: хетерофагия (смилане на вещества, приети отвън чрез ендоцитоза); автофагия (смилане на ненужни за клетката вещества клетъчни продукти или органели); автолиза (разкъсване на лизозомите в клетката и смилане на клетъчното съдържимо).

Пероксизоми. Обмяна на мембрани в клетката

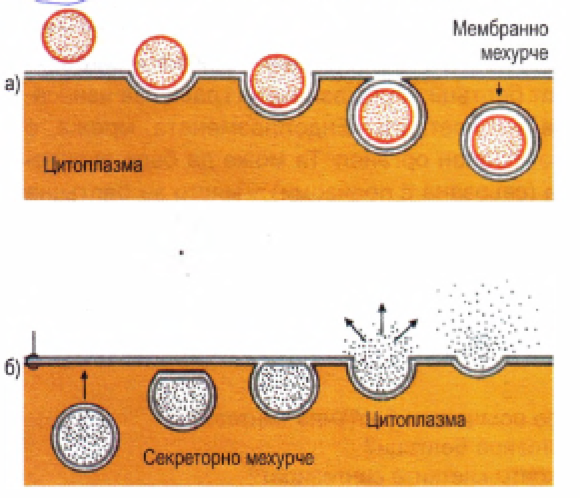
- Пероксизомите са мехурчета с d = 0,5 до 1,5μm. Те съдържат ензими, катализиращи окислително дезаминиране на аминокиселини, в резултат на което се образува силната клетъчна отрова H_2O_2. Ензимът каталаза, който е характерен за пероксизомите, разгражда H_2O_2 до вода и кислород. В някои пероксизоми се наблюдава кристалоподобна структура, образувана най-често от натрупване на ензими. Срещат се в чернодробни клетки и в клетки на бъбречни каналчета.
- Всеки едномембранен органел от вакуоларната система представлява относително самостоятелно, изолирано пространство, ограничено с мембрана, т. е. отделен компартмент със специфични функции. Въпреки тази самостоятелност между едномембранните цитоплазмени органели в клетката и между тях и клетъчната мембрана се осъществява непрекъсната обмяна на мембрани

Цитози и схема за тях

- Връзката на живите клетки с околната среда се осъществява не само чрез транспорта на малки молекули и йони през плазмената мембрана. Клетката може да приема от средата и по-едри неразтворими частици (зрънца) или капчици водни разтвори. Обикновено те съдържат макромолекули белтъци или нуклеинови киселини, в някои случаи цели бактерии. Но клетката може и да изхвърля в средата продукти на своята дейност секрети или непотребни вещества. Тези процеси се наричат цитози. Когато клетката поглъща, процесът е ендоцитоза, когато отделя екзоцитоза (ендо - вътрешен; екзо - външен)

- Поемане на полимери и по-едри частици от клетките. Известно е, че белите кръвни клетки (левкоцитите) поглъщат и унищожават различни микроорганизми. Тази тяхна функция е позната като фагоцитоза (фагеон ям). Левкоцитът се приближава например до бактерия, плазмената мембрана се вдлъбва и я обгръща. Образува се мембранно мехурче, съдържащо погълна- тия обект, което се откъсва и потъва в цитоплазмата, а плазмената мембрана зад него веднага възстановява целостта си. Така протичат всички ендоцитози, при които клетките поглъщат не само микроорганизми, но и отделни белтъци и други вещества. По същия начин клетката може да поглъща и капчици с водни разтвори на вещества. В този случай процесът се нарича пиноцитоза (пинеон пия). Особено активна пиноцитоза се наблюдава при амебата, а също и при някои растителни клетки клетките на основната тъкан в пистата, млади коренови клетки и др. Следователно фагоцитозата и пиноцитозата са две форми на ендоцитозата.

Фиг. 3. 77. Схема на ендоцитоза (а) и екзоцитоза (б)



Двумембранни и немембранни органели

Митохондрии

- Те са малки овални телца, образувани от две самостоятелни мембрани. Външната ги отделя от цитозола. Вътрешната образува множество гънки, наречени кристи (гребени), разположени в централното пространство, запълнено с полутечна среда - матрикс.

- Кристите многократно увеличават площта на вътрешната мембрана. Върху нея са подредени ензими, които участват в прехвърлянето на химична енергия на хранителните вещества в молекулите на енергоносителя. В матрикса се намират ензимите, с които се разграждат хранителните вещества.

- Веществата, носители на химична енергия, постъпват в матрикса на митохондриите. Чрез ензимните системи на матрикса и кристите те се разграждат при участието на кислород, като се отделя CO_2 и H_2O и се освобождава енергия. Заедно с този процес в кристите се синтезира веществото, чиито молекули включ- ват освободената енергия.

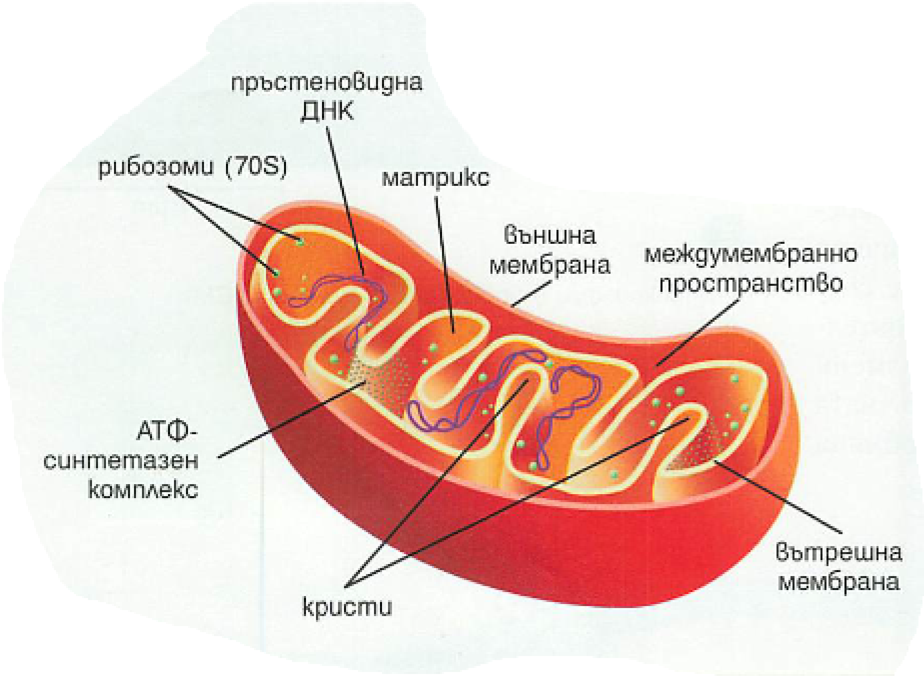
- Митохондриите преобразуват енергията на хранителните вещества благодарение на дишането на клетката и на орга- низма.

- Митохондрии притежават всички еукариотни клетки животински и растителни. Различните видове клетки имат съвсем различна енергийна нужда. Например мускулното влакно, извършвайки механична работа при съкращението си, разходва много повече енергия от хрущялната клетка. Можем ли да предвидим как ще изглеждат митохондриите на тези два вида клетки?

- Функционално натоварените клетки, нуждаещи се от доставката на много енергия, съдържат голям брой митохондрии, на които кристите са многобройни, плътно разположени.

- Интересна особеност на митохондриите е присъствието в матрикса на малко количество ДНК и рибозоми. ДНК е двуверижна молекула с пръстеновидна структура, подобна на бакте- рийната, а рибозомите по големина и състав също са близки до прокариотните. Собствени- те ДНК и рибозоми позволяват митохондриите да синтезират белтъци, донякъде независимо от ядрената ДНК и цитоплазмените рибозоми. Митохондриите са способни и да се възпроиз веждат независимо от деленето на клетката - старите митохондрии се прищипват и разделят на две.

Схематично представяне на митохондрии



Произход на двумембранните органели

- Интересна особеност на митохондриите е присъствието в матрикса на малко количество ДНК и рибозоми. ДНК е двуверижна молекула с пръстеновидна структура, подобна на бакте- рийната, а рибозомите по големина и състав също са близки до прокариотните. Собствените ДНК и рибозоми позволяват митохондриите да синтезират белтъци, донякъде независимо от ядрената ДНК и цитоплазмените рибозоми. Митохондриите са способни и да се възпроиз веждат независимо от деленето на клетката старите митохондрии се прищипват и разделят на две.

Рибозоми (като немембранни органели)

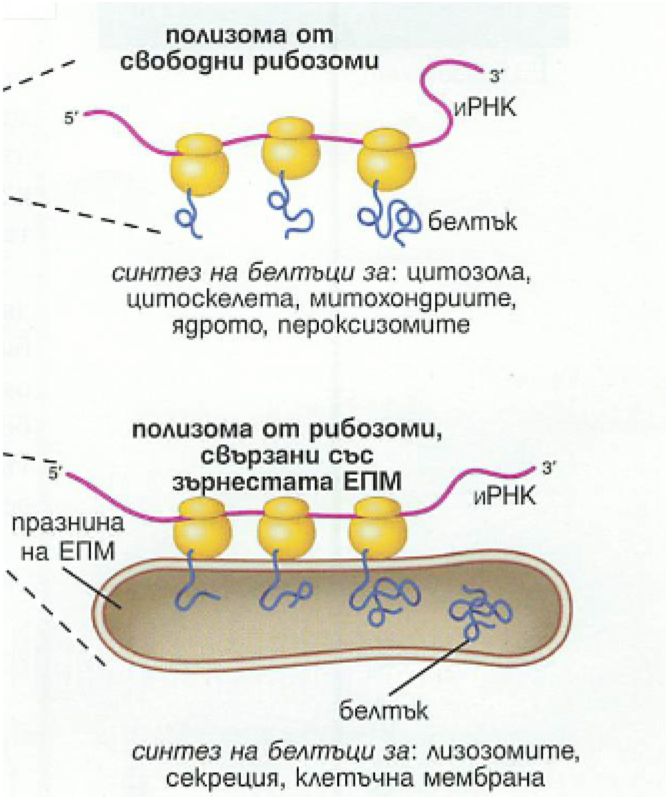
- Рибозомите са универсални цитоплазмени органели, характерни за всички прокариотни и еукариотни клетки. Открити са с помощта на електронен микроскоп от Дж. Паладе през 1953 г., поради което известно време са наричани телца на Паладе. Названието рибозоми (или РНК-телца) е дадено въз основа на химичния им състав представляват рибонуклеопротеидни надмолекулни комплекси.

- Рибозомите съдържат над 80 белтъка и 4 различни по големина рРНК-и (18S рРНК в малката субединица и 28S, 5,8S, 5S рРНК-и в голямата субединица). В цитозола на еукариотните клетки рибозомите са с по-големи размери 80S, докато

в митохондриите и хлоропластите са с размери 70S (подобни на прокариотните). Всяка рибозома е изградена от две части: голяма и малка субединица, свързани чрез магнезиеви мостчета в единно цяло само когато рибозомата е свързана с иРНК. В цитозола има както свободни, така и свързани с мембраните на гранулираната ЕПМ рибозоми.

- Рибозомите участват в белтъчния синтез. Те се свързват с ИРНҚ и се движат от 5' към 3'-края, като синтезират полипептидна верига. Структурата от иРНК и рибозомите, свързани с нея, се нарича полизома. Полизомата е белтъкосинтезиращият апарат на клетката.

Схематично представяне на полизоми в цитозола и върху ендоплазмената мрежа



Цитоскелет

- Цитоскелетът е универсален цитоплазмен немембранен органел за всички еукариотни клетки. Представлява сложна гъвкава система от надмолекулни протеидни комплекси, които чрез самосглобяване и разпадане на съставящите ги субединици осигуряват движението на клетъчни структури, движението на самата клетка, както и пластичността на клетъчната мембрана

- В зависимост от диаметъра цитоскелетните структури са микрофиламенти, междинни филаменти и микротръбички

- Микрофиламентите са тънки белтъчни нишки, изградени предимно от актин. Голямо е количеството им под клетъчната мембрана, където изпълняват предимно опорна функция при поддържане на формата на клетката. При делене на животинска клетка (през цитокинеза) микрофиламентите формират съкратителния пръстен в екваториалната област на клетката. Междинните филаменти са наречени така, защото са с по-голям диаметър от

микрофиламентите, но са по-тънки от микротръбичките. Обикновено са разположени в периферията на клетката и около ядрото. В различните клетки са изградени от разнообразни белтъци (в епителните от кератин, в клетките на съединителната тъкан от виментин, и т. н.). Изпълняват главно механично-скелетна функция в клетката и осигуряват междуклетъчните контакти.

- Микротръбичките (микротубули) са цилиндрични структури, чиято стена се състои от 13 нишки от глобулните белтъци а-тубулин и В-тубулин. Като части на цитоскелета микротръбичките имат опорна функция, по участват и в насоченото движение на вътреклетъчните структури. При делене на клетката (през профаза) те образуват нишките на делителното вретено.

Цитоцентър

- Цитоцентърът е цитоплазмен органел, характерен за животинските клетки и клетките на низшите растения. Той е свързан с формирането на нишките на делителното вретено. Състои се от две центриоли, разположени перпендикулярно една на друга. Центриолите са цилиндрични структури с диаметър около 0,2 μm и дължина около 0,5 μm. Стената на всяка центриола е изградена от 9 тройки микротръбички, разположени под ъгъл около 40° към радиуса на цилиндъра. Около двете центриоли има концентриран цитозол, образуващ т. нар. центросфера. Радиално върху центросферата са разположени микротръбички, които образуват звездовидна структура, наречена астросфера

- В растителните клетки на висшите растения отсъстват центриоли, но въпреки това се образува пълноценно делително вретено. В полюсите на тези клетки се наблюдава област от плътен материал, който вероятно играе роля при организиране на нишките на вретеното

Реснички и камшичета

- Ресничките и камшичетата са специфични цитоплазмени органели, характерни само за някои клетки (ресничест епител, сперматозоиди и др. Имат сходна структура, но се различават по дължина и по брой в една клетка ресничките са къси и многобройни, докато камшичетата са дълги органели и обикновено са 1-2 на брой.

- В основата на всяка ресничка (камшиче) има структура, сходна по строеж на центриола, наречена базално телце. Предполага се, че базалното телце действа като център на организацията на тубулите при образуването на ресничките в онтогенезата.

- При пререз се вижда, че самата ресничка (камшиче) е изградена от 9 двойки периферно разположени микротръбички и две микротръбички, разположени в центъра (9 x 2 + 2).

- Ресничките и камшичетата са двигателни органели. Движението се осъществява не чрез скъращаване на микротръбичките, а чрез тяхното приплъзване. Счита се, че приплъзването се осъщест- вява чрез съкратителния белтък динеин, който на електронномикроскопски снимки се наблюдава във вид на израстъци (ръчички) от всяка двойка периферно разположени микротръбички.

Генетичен апарат на клетката.

Генетичен апарат на клетката. Интерфазно ядро брой, форма, големина и разположение

- Генетичният апарат на еукариотната клетка е ядрото сложно устроена клетъчна структура, обособила се в еволюцията като отделен компартмент. В ядрото генетичният материал (ДНК) с надеждно защитен от биохимичните процеси, протичащи в цитоплазмата. В жизнения цикъл на клетката ядрото претърпява сложни промени, затова се приема, че то има две морфологично-функционални състояния: интерфазно ядро и хромозоми. Те съответстват на двете състояния на клетката в жизнения и цикъл неделяща се (интерфазна) и деляща се клетка.

- Като правило клетките имат едно ядро, но има и клетки с две, три и много ядра.

- Формата на ядрото най-често с сферична или елипсовидна. Обикновено сферично ядро имат ембрионалните клетки и всички клетки с изодиаметрична форма (сферични, кубични, полиедрични и др.). В силно удължени клетки, като клетките на скелетната мускулна тъкан, то е елипсовидно. Срещат се и клетки със странни по форма ядра сегментирано, бобовидно, разклонено и др.

- Ядрото е най-голямата клетъчна структура. В клетките на бозайниците средните му размери варират от 11 до 22 ит и заема около 10% от клетъчния обем.

- Разположението на ядрото с специфично за различните видове клетки. В недиференцираните (ембрионалните) клетки ядрото обикновено заема центъра на клетката, като в процеса на диференцирането то променя своето място: в мастни клетки ядрото е разположено периферно; в клетките на чревния епител то е близо до базалната част на клетката и т.н

- В интерфазното ядро се различават следните структурни части: ядрена обвивка, нуклеоплазма, хроматин и ядърце.

Ядрена обвивка. Нуклеоплазма

- Ядрената обвивка е сложно образувание в периферията на ядрото. Тя включва двете ядрени мембрани (външна и вътрешна), междумембранното пространство и порите. Двете ядрени мембрани имат структура, подобна на всички мембрани в клетката: двоен фосфолипиден слой и белтъци. На електронно- микроскопски снимки вътрешната ядрена мембрана изглежда по-плътна поради прилепналия от вътрешната й страна белтъчен слой (ядрена ламина). Към този фиброзен слой се прикрепва периферният хроматин (хетерохроматин). Външната ядрена мембрана е морфологично свързана с мембраните на зърнестата ЕПМ. По външната и повърхност са разположени рибозоми. Междумембранното пространство (широко около 20-60 nm) е свързано с лумена на зърнестата ЕПМ.

- Порите се образуват при сливане на двете ядрени мембрани. Те имат сложна структура изградени са от периферно разположени белтъчни глобули от двете страни на порората и една по-голяма, централно разположена белтъчна глобула.

- Контактът между ядрото и цитоплазмата се осъществява чрез ядрените пори 3. Броят на порите в обвивката е твърде голям средно около 75% от повърхността на ядрото е под формата на пори (общо около 12 000). В големите ядра (яйцеклетки на земноводни) порите в едното ядро са около 10%. Средно диаметърът на порите е около 100 nm.

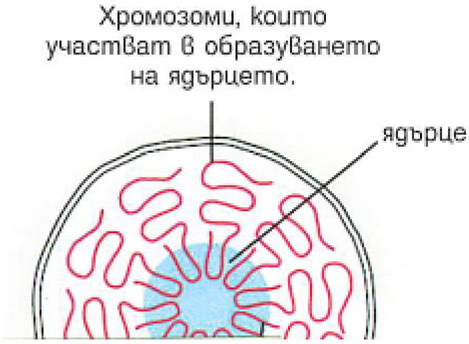
- Нуклеоплазма (кариоплазма, ядрен сок). Това е течната среда, изпълваща ядрото. В нея са разположени останалите ядрени структури. Нуклеоплазмата е аналог на цитозола. В нея се извършват генетичните процеси (синтез на ДНК, синтез на РНК).

Ядърце и схема за структурата му

- Ядърцето е компактна структура в ядрото. Наблюдава се почти във всички еукариотни клетки. Големината му варира, като при някои едноклетъчни е със значителни размери. Броят на ядърцата в едно ядро достига до няколко десетки (в яйцеклетки на земноводни).

- С електронен микроскоп се вижда, че ядърцето има фибриларна и грануларна част. Фибриларната част се състои главно от синтезиращите се молекули рРНК и гените за тях. Грануларната част съдържа рибонуклеопротеидит. е. това са зреещи рибозомни частици, образувани при свързването на РРНК-и и рибозомните белтъци, които са навлезли в ядрото от цитоплазмата. Ядърцето е мястото, където се образуват рибозомните частици през интерфаза. Ядърцето се образува от части на някои хромозоми.

- Например при човека в 13, 14, 15, 21 и 22 хромозомна двойка са локализирани гените на рРНК. Гените за рРНК са многократно повторени и са разположени последователно в молекулата на ДНК. Повторените участъци в метафазната хромозома образуват т. нар. ядърцев организатор. В интерфазното ядро всички участъци на 10-те хромозоми, съдържащи гени за рРНК-и, свързвайки се в обща структура, образуват ядърцето. В началото на клетъчното делене ядърцето изчезва в резултат на компактизация на хроматина, а в края на деленето отново се появява.



Методи за изследване на клетката

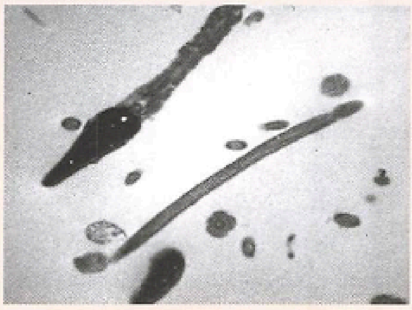
Сравнение на светлинен, трансмисионен електронен и сканиращ електронен микроскоп текст от таблица



а) Сперматозоиди, наблюдавани със светлинен микроскоп (увеличение 500х).

Разделителната способност е 0,1 μm.

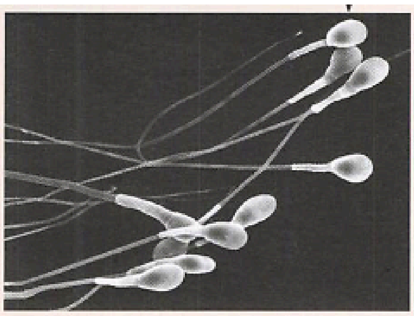
При светлинния микроскоп за наблюдение на обекта се използва поток от фотони (светлинен поток), директно преминаващ през обекта. Обекти може да са отделни живи клетки или тънки срези от растителни или животински тъкани. Фотонният поток се пречупва, преминавайки през различните структури на обекта, и чрез серия от лещи (на обектива и окуляра) се насочва и фокусира в окото на наблюдаващия. Тъй като повечето клетки са безцветни, се налага предварително оцветяване на обекта. Най-добрите светлинни микроскопи увеличават образа около 2000 пъти.



б) Електронномикроскопска снимка на сперматозоиди, получена с ТЕМ (увеличение 18 000х).

Разделителната способност е 0,1 nm.

Трансмисионният електронен микроскоп (ТЕМ) е сходен по конструкция със светлинния, но в обратен план. Източникът на електрони (катод) е волфрамова нишка, върху която се прилага напрежение от няколко хиляди волта. Нишката е разположена в горния край на стоманен цилиндър с височина 2 m. Електронното лъчение преминава през отвора на разположения по-долу анод, в резултат на което се образува насочен електронен сноп. За да се избегне разсейването на електроните, в цилиндъра се поддържа вакуум. Крайният образ се получава върху флуоресциращ екран (или фотографска плака). Той може да бъде увеличен до 1 милион пъти в сравнение с реалните си размери.



в) Електронномикроскопска снимка на сперматозоиди, получена със СЕМ (увеличение 5000х).

Разделителната способност е 10 nm.

Сканиращият електронен микроскоп (СЕМ) се използва за изследване на релефа на наблюдаваните обекти. Предварително повърхността на обекта се покрива с тънък слой от тежък метал (злато, платина и др.) и въглерод. След това обектът се сканира (обхожда) с много тънък електронен сноп (с диаметър около 10 nm). В зависимост от ъгъла на попадение на електронния лъч и от характера на обекта част от електроните се адсорбират, разсейват или се избиват вторични електрони от обекта. Отразените или избити електрони попадат в специален детектор, където се използват за получаване на триизмерно изображение на повърхността на наблюдавания обект. Изображението се получава върху екран.

2

Рестриктази

- Микробиолозите В. Арбер. Д. Пейтънс и Х. Смит получават Нобелова награда за медицина (1978 г.) за откриването на разкъсващи ДНК ензими (рестриктази) в бактерийни клетки. Въз основа на това откритие по-късно се развиват и рекомбинантните ДНК технологии. Първоначално се е смятало, че рестриктазите разкъсват попадналата в бактериите чужда ДНК на което и да е място, но по-късно е открито, че това става на точно определени места при точно определени нуклеотидни последователности.

- Днес е известно действието на стотици рестриктази и те се използват като „инструменти" за разкъсване на ДНК при различни изследвания. Тези ензими разпознават специфични последователности от молекулата на ДНК най-често от 4-6 нуклеотида. Обикновено тези последователности са палиндромни, т. е. в двете посоки последователностите от нуклеотиди са еднакви.

- Една от най-широко използваните рестриктази е EcoR I, изолирана от чревната бактерия (Escherichia coli). Тя „реже" двете вериги така, че се получават малки едноверижни участъци. Тези участъци лесно могат да се свърз- ват комплементарно с други едноверижни участъци, получени при разрязването със същата рестриктаза, поради което се наричат лепливи краища.

- Ако кръгова молекула ДНК (например плазмид) бъде разрязана с рестриктаза, ще се образува молекула ДНК с лепливи краища, която се „стреми" отново на заеме кръгова форма чрез комплементарно свързване на краищата. Свойството се използва от учените като начин за свързване на два различни фрагмента от различни ДНК молекули, но получени чрез разкъсване с еднакви рестриктази, т. с. и двата фрагмента в случая имат комплементарни лепливи краища. Това има огромно значение при рекомбинантните ДНК технологии за получаването на рекомбинантни (хибридни) ДНК моле кули. Двата комплементарно свързани фрагмента се „зашиват" с 5'-3'-фосфодиестерни връзки от ензима ДНК лигаза.

Хроматографски методи. Колонна хроматография Афинитетна колонна хроматография

- За да фракционират (да се разделят) белтъците от една смес, се използва свойството им да се свързват специфично с различни вещества. При хроматографията се използват две различни по консистенция фази подвижна и неподвижна. Неподвижната фаза е твърдо вещество („носител"), което е различно при различните разновидности на метода хартия, гранули, пластинки и др., докато подвижната фаза е течност (разтворители или буфери). Разделянето на белтъците от сместа става въз основа на специфичното им взаимодействие с веществата от неподвижната и подвижната фаза.

- Най-общо има три различни вида хроматографски методи: хартиена, тънкослойна и колонна хроматография.

- Хартиена хроматография-Това е най-старият хроматографски метод. Като носител (неподвижна фаза) се използва специална лента от хартия, в единия край на която се нанася сместа от белтъци. След изсушаване хартиената лента се поставя в смес от разтворители, подбрани така, че да се свързват различно с хартията, т. е. да се движат с различна скорост по нея. Всеки от разтворителите подхваща и движи тези белтъчни молекули, които се разтварят в него. Скоростта на придвижване зависи от разтворимостта и молекулната маса на отделните белтъци по-малките и по-разтворими молекули се движат по-бързо.

- Тънкослойна хроматография-Този метод е по-нов вариант на хартиената хроматография. Вместо хартия обаче като неподвижна фаза се използва инертно вещество (целулоза, силикагел и др.), нанесено като тънък слой върху пластинка от стъкло или пластмаса. Разделянето на белтъчната смес става на принципа на хартиената хроматография.

- Колонна хроматография-При този метод неподвижната фаза е твърдо вещество във вид на гранули, които се поставят в цилиндричен съд (колона) с отвор в долната част. Сместа от белтъци се наслоява върху гра- нулите, след което се пропуска течната фаза. По този начин се създава възможност за придвижване на белтъчната смес по дължината на колоната. Различните белтъци от сместа взаимодейст- ват различно с твърдото вещество на носителя (гранулите) и преминават с различна скорост през колоната. Ако даден белтък взаимодейства по-силно с веществото носител, то той се забавя, а ако взаимодейства по-слабо

избързва. Така белтъците от сместа достигат в определена последователност до дъното на колоната и там се събират като отделни фракции

-
- Афинитетна колонна хроматография - Афинитетната хроматография (хроматография по сродство) е често използван метод в медико-биологичните изследвания. При този метод се използват специфични пространствени взаимодействия (например антиген антитяло, хормон рецептор, ензим субстратен аналог) между белтъчни молекули от сместа и повърхността на гранулите в колоната.

- Гранулите на носителя са свързани чрез ковалентна връзка с вещество, което специфично присъединява белтъка, който ще се отдели от сместа, т. е. използва се биологичната активност на белтъчната молекула. Афини- тетната хроматография осигурява висока степен на пречистване и се използва за получаване на чисти проби от различни белтъци (ензими, хормони, антитела) за медицински цели.

Електрофореза

- Електрофореза-Много разпространени методи за разделяне на белтъци в научните и клиничните лаборатории са електрофоретичните методи. Основават се на факта, че белтъчните молекули на повърхността си имат заредени R-групи, които определят сумарния повърхностен заряд на молекулата. При поставянето на белтъчната молекула в електрично поле тя се движи към единия от полюсите в зависимост от своя сумарен повърхностен заряд. Скоростта на движение зависи не само от заряда, а и от големината на молекулата.

- Един от най-често използваните електрофорезни методи е методът гел електрофореза.

- С помощта на този метод се разделят белтъците на мембраната, на хроматина, на цитоскелета и др. Използва се и за отделяне на специфични белтъци, белязани предварително с радиоактивен изотоп. Разделянето на белтъците чрез метода електрофореза протича в определена последователност. Смес от

- белтъци се поставя в специални ямки на пластинка, изработена от гел, който не взаимодейства с белтъците, но създава условия за придвижването им. Гел-пластината се поставя в буферен разтвор. Създава се електрично поле, като белтъците се движат от отрицателния към положителния полюс с различна скорост, съответстваща на молекулната им маса.

- След спиране на електрофорезата гелът се изсушава и белгь- ците могат да се отделят от гела и да се получат в отделни фракции. Гел електрофорезата се използва и за разделяне на фрагменти на ДНК.

Рекомбинантни ДНК

- През втората половина на XX в. са разработени методи, известни като рекомбинантни ДНК технологии. Тези методи разшириха съществено възможностите на генетичните изследвания, извършиха истинска революция в изследванията на клетката и откриха широки перспективи за приложението им в биотехнологичните процеси. Рекомбинантните ДНК технологии оказаха

съществено влияние и върху развитието на клетъчната биология, което направи възможно решаването на неразрешими дотогава проблеми. Използването на тези методи допринесе и за успехите в развитието на промишленото производство на белтъчни храни, изкуствени ваксини, голям брой лекарствени препарати, за получаването на които бяха необходими значителни усилия и средства.

- ДНК рекомбинантните технологии са група методи както нови, така и заимствани от други науки. Най-важните от тях са:

- -специфично разцепване на ДНК със специални ензими (рестриктази), което съществено улеснява отделянето на различни гени от ДНК;

- -бързо и точно определяне на нуклеотидната последователност в ДНК фрагменти, което позволява да се определи границата на гена и аминокиселините, които той кодира;

- -хибридизация на нуклеиновите киселини, позволяваща да се открие с голяма точност специфичната последователност на дадена ДНК;

- -клониране на ДНК, което позволява да се получат голям брой копия от даден ДНК фрагмент, и т. н.

- ДНК рекомбинантните технологии намират широко приложение в практиката и в живота на човека. В селското стопанство те се прилагат за подобряване на устойчивостта, хранителната стойност и скоростта на растеж на много растения.

Част 4 - Метаболитни и генетични процеси

Метаболизъм - общи характеристики

Метаболизъм. Анаболитни и катаболитни процеси. Таблица за сравнение на основните групи метаболитни процеси

- Организмите се намират в непосредствен контакт със средата, която ги заобикаля. Те взаимодействат с нея, като извършват непрекъсната обмяна на вещества и енергия.

- Процесите, чрез които се осъществява Взаимовръзката между живите организми и околната среда, се наричат биологична обмяна.

- Биологичната обмяна между организмите и околната среда протича в три етапа: хранене, междинна обмяна и отделяне. Храненето е етап, през който приетите с храната вещества чрез процеса храносмилане се разграждат до мономерни единици. Получените мономери встъпват в следващия етап. Междинната обмяна е етап, през който се извършват вътреклетъчни превръщания на мономерните единици, съпроводени с енергийни промени.

- Процесите, които протичат по време на междинната обмяна в клетката, се наричат метаболизъм. По време на клетъчния метаболизъм протичат два типа процеси: на разграждане (катаболитни) и на синтез (анаболитни).

- Катаболитни са процесите, при които става окислително разграждане на мономерните единици до малки молекули и се отделя енергия. Важна особеност на катаболитните процеси е, че чрез тях се разграждат различни видове молекули (въглехидрати, мазнини и белтъци), като се получават малък брой крайни продукти.

- Анаболитни са процесите, при които се извършва синтез на макромолекули (белтъци, нуклеинови киселини, полизахариди), по-нискомолекулни съединения (фосфолипиди) и вещества, необходими за осъществяването на различни функции (витамини, хормони).

- Катаболитните и анаболитните процеси са взаимно свързани. Биологичният им смисъл е независимото регулиране скоростта на реакции, които протичат едновременно в клетката. Веществата, които участват и в двата типа процеси, се наричат метаболити.

- Веществата, които се получават в резултат от метаболизма и не се използват за други превръщания в клетката, се наричат крайни продукти на метаболизма. Най-често това са нискомолекулни съединения, които се изнасят от организма CO_2, вода, а при бозайниците и урея, пикочна киселина и други.

- Много обменни реакции протичат по един и същ начин при всички организми. Съществуват обаче реакции, по които организмите се отличават, и това е типът на обмяната на веществата. В зависимост от източника на енергия, който клетките използват за синтезните си процеси, живите организми осъществяват автотрофен или хетеротрофен тип обмяна.

- Автотрофен тип обмяна. Организмите, които използват за „храна" само неорганични съединения, са автотрофни. Те използват външен източник на енергия. Слънчевата светлина е външен източник за фотосинтезиращите автотрофни организми. Такива са всички зелени растения и някои микроорганизми.

- Хетеротрофен тип обмяна. Организми, които използват за храна освен някои неорганични вещества и органични съединения, са хетеротрофни. Те се „изхранват" за сметка на други организми. Хетеротрофните организми използват енергията, получена от разграждането на органичните съединения, приети с храната.

- В зависимост от характера на окислителните процеси типът на обмяната може да бъде аеробен или анаеробен.

- Аеробен тип обмяна имат организми, които извършват окислителните си процеси с помощта на атмосферен кислород. Те се наричат аеробни организми. За тях е характерно, че приемат O2, и отделят CO2

- За по-доброто осъществяване на газовата обмяна в хода на еволюцията в многоклетъчните аеробни организми са се развили специални дихателни органи. Ето защо се казва, че аеробните организми дишат.

- Анаеробен тип обмяна имат организми, които извършват окислителни процеси в отсъствие на кислород. Те се развиват в безкислородна среда и извършват окислението за сметка на други окислители. Организми с такъв тип обмяна не дишат и се наричат анаеробни.

- При зараждането на живота, когато земната атмосфера била без O_2, първите живи организми са били хетеротрофни и анаеробни. По-късно се появили организми, способни да използват слънчевата енергия и да се хранят с неорганични вещества - автотрофните растения. Те създават условия за възникването на по-съвършени хетеротрофни и аеробни организми.

Основни етапи на катаболизма

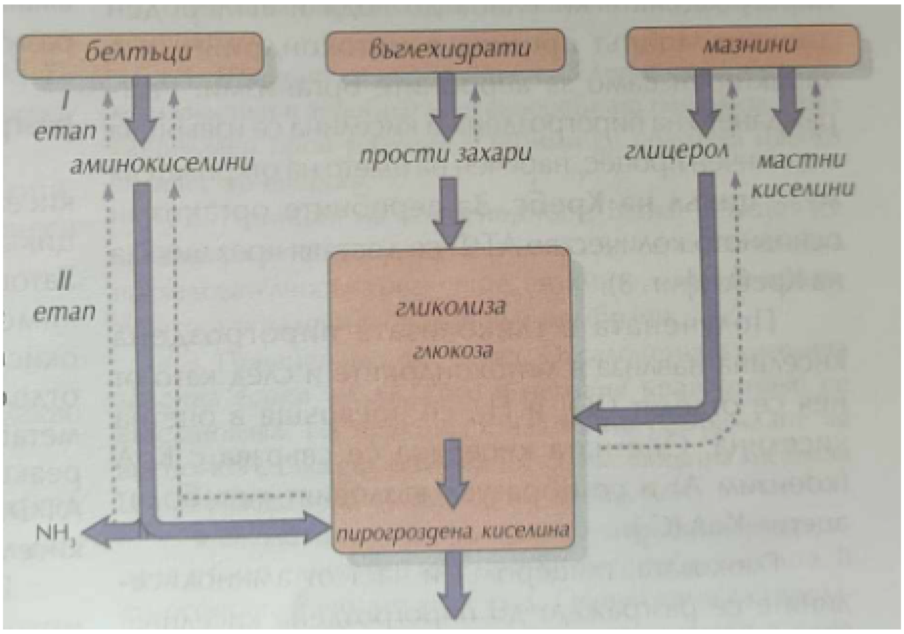
- Основните енергийни източници в клетката са въглехидратите, мазнините и белтъците. Животните и човекът си ги набавят с храната. В организма те се подлагат на постепенно ензимно разграждане, което при аеробни условия протича в три етапа.

- Първи етап - производните молекули на въглехидратите, мазнините и белтъците се разграждат до техните основни молекули. Полизахаридите, скорбялата и гликогенът се разграждат до глюкоза, мазнините - до глицерол и мастни киселини, а белтъците - до аминокисе лини. Този етап се осъществява в храносмилателната система и при разграждането на депата от мазнини и въглехидрати (напр. на гликогена от черния дроб и мускулите).

- Bmopu eman - получените през първия етап основни съединения се разграждат до още по- прости малки молекули. Глюкозата, глицеролът и част от аминокиселините се разграждат до едно и също съединение, състоящо се от 3 въглеродни атома (3C) – пирогроздена киселина. Централно място в катаболизма на веществата през този етап заема разграждането на глюкозата.

- Tpemu eman - става пълно разграждане на пирогроздената киселина до вода и въглероден диоксид. Етапът протича в митохондриите и е характерен само за аеробните организми. Разграждането на пирогроздената киселина се извършва в цикличен процес, наречен на името на откривателя му цикъл на Кребс. За аеробните организми основното количество АТФ се доставя чрез цикъла на Кребс.

Схематично представяне на основните етапи на катаболизма



Катаболитни процеси

Анаеробно разграждане на глюкозата. Гликолиза

- Катаболитните процеси са процеси на окислително разграждане на органичните съединения и използване на съдържащата се в тях химична енергия за жизнената дейност на клетката. Извършват се в анаеробни или аеробни условия.

- Гликолизата (от гр. glucose-сладък и lysis-разграждам) е многостепенен процес на разграждане на глюкозата (С6) до две молекули пирогроздена киселина (2 С3). Разграждането се извършва в цитозола на клетките при анаеробни условия. Гликолизата е общ универсален обменен път при почти всички днес съществуващи клетки (про- и еукариотни). Предполага се, че това е и най-древният механизъм за извличане на енергия от органични молекули. Вероятно в началото на еволюцията поради отсъствие на кислород в атмосферата клетките са използвали като източник на енергия анаеробното разграждане на глюкозата.

- Гликолизата се състои от последователни реакции, катализирани от съответни ензими, и условно може да бъде разделена на два етапа.

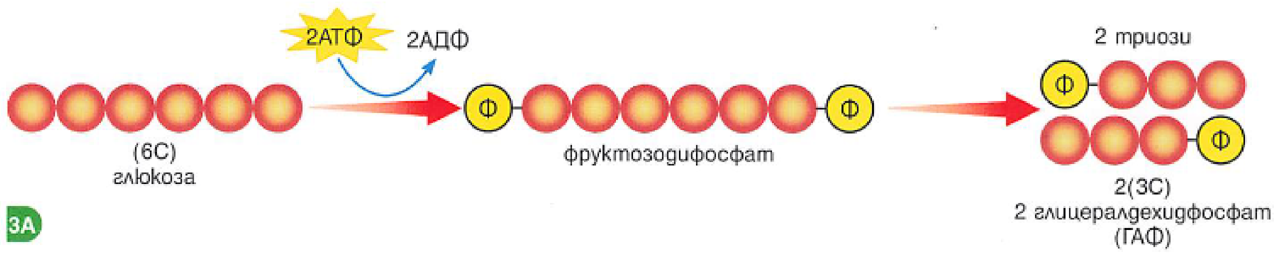
- Разграждането на глюкозата може да се представи със следното уравнение:

$$\underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow 2\,\underset{\text{пируват}}{C_3H_4O_3} + 2\,\text{АТФ} + 4\,\text{НАДН}$$

- Гликолизата е катаболитен път на разграждане на глюкозата. Извършва се в цитозола на всички клетки (прокариотни и еукариотни) и включва два етапа: подготвителен и енергиен

Подготвителен и енергиен етап на гликолизата и схеми за тях

- 1. Подготвителен етап (влагане на енергия) - Глюкозата повишава своята реактивоспособност, като се активира чрез свързване с молекула АТФ. Активираната глюкоза лесно изомеризира във фруктоза, която се фосфорилира, т. е. свързва се с втора молекула АТФ. Полученото съединение (фруктозодифосфат) е нестабилно и лесно се разкъсва до две триози (2С3) глицералдехидфосфат (ГАФ)

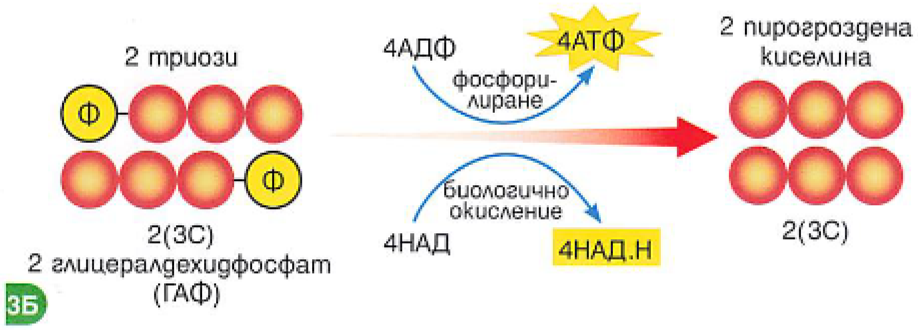


- 2. Енергиен етап (получаване на енергия) -Двете молекули глицералдехидфосфат се разграждат в последователни реакции до две молекули пирогроздена киселина (2 С3). През този етап се извършват два взаимносвързани процеса биологично окисление и фосфорилиране на АДФ.

- Отделените при биологичното окисление 4 водородни атома се свързват с НАД и го редуцират (НАДН), а отделената при това енергия се използва за синтеза на 4 молекули АТФ.

- Две от молекулите АТФ възстановяват разхода на енергия в подготвителния етап, така че крайната „печалба" от гликолизата е получаване на две молекули АТФ.

- Получената в резултат на гликолизата пирогроздена киселина (пируват) представлява възлово съединение в клетъчния метаболизъм, пресечна точка на много обменни пътища.

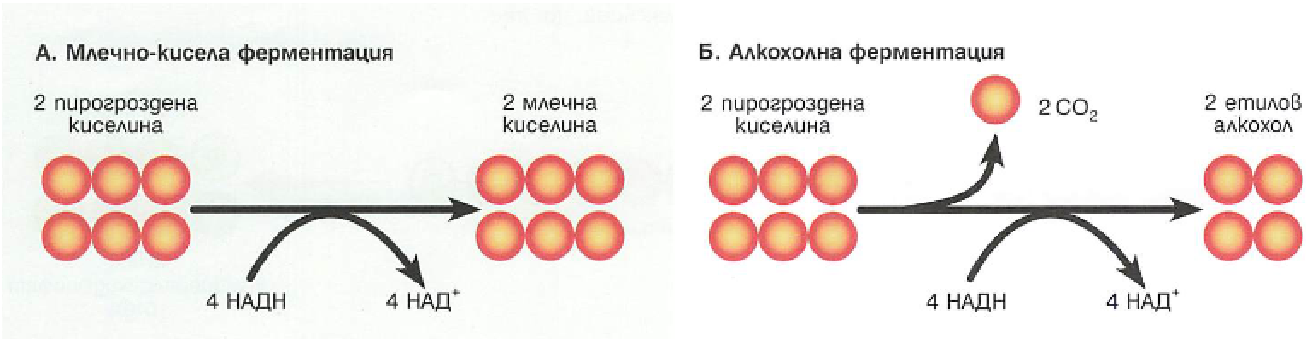


- При разграждането на една молекула глюкоза има четири енергийно изгодни за клетката стъпала, при което се синтезират четири молекули АТФ. Тъй като две молекули АТФ са необходими за енергийното стартиране на процеса, общата енергийна „печалба" за клетката се свежда само до две молекули АТФ. Въпреки че е нискоенергетичен обменен път, гликолизата е общ начален етап от разграждането на глюкозата във всички клетки. Този общ етап в различните клетки е доказателство за единния им произход. На по-късен етап в еволюцията са се появили допълнителни биохимични реакции, водещи до по-нататъшно разграждане на пирогроздената киселина.

Ферментации. Схеми за млечно кисела и алкохолна ферментация

- Ферментацията е метаболитен път за анаеробни клетки, които живеят при недостиг или отсъствие на кислород. Специфичните биохимични реакции на ферментациите всъщност не са обвързани със синтеза на молекули АТФ. Те са своеобразен финал, осигуряващ гликолизата. Биологичното им значение се изразява във възстановяването на НАДН до окислената форма (НАД), която с необходима за гликолизата. Възстановяването на НАДН води до получаване на разнообразни крайни продукти, поради което се говори за различни видове ферментация.

- В резултат на ферментацията различните микроорганизми образуват и различни крайни продукти млечна киселина (млечно- кисела ферментация), алкохол (алкохолна ферментация) и др.



Цикъл на Кребс описание на процеса

- Пирогроздената киселина (пируват) при аеробни условия се разгражда окислително до $CO2$ и $H2O$. Този процес в еукариотните клетки се извършва в матрикса на митохондриите чрез циклична катаболитна верига.

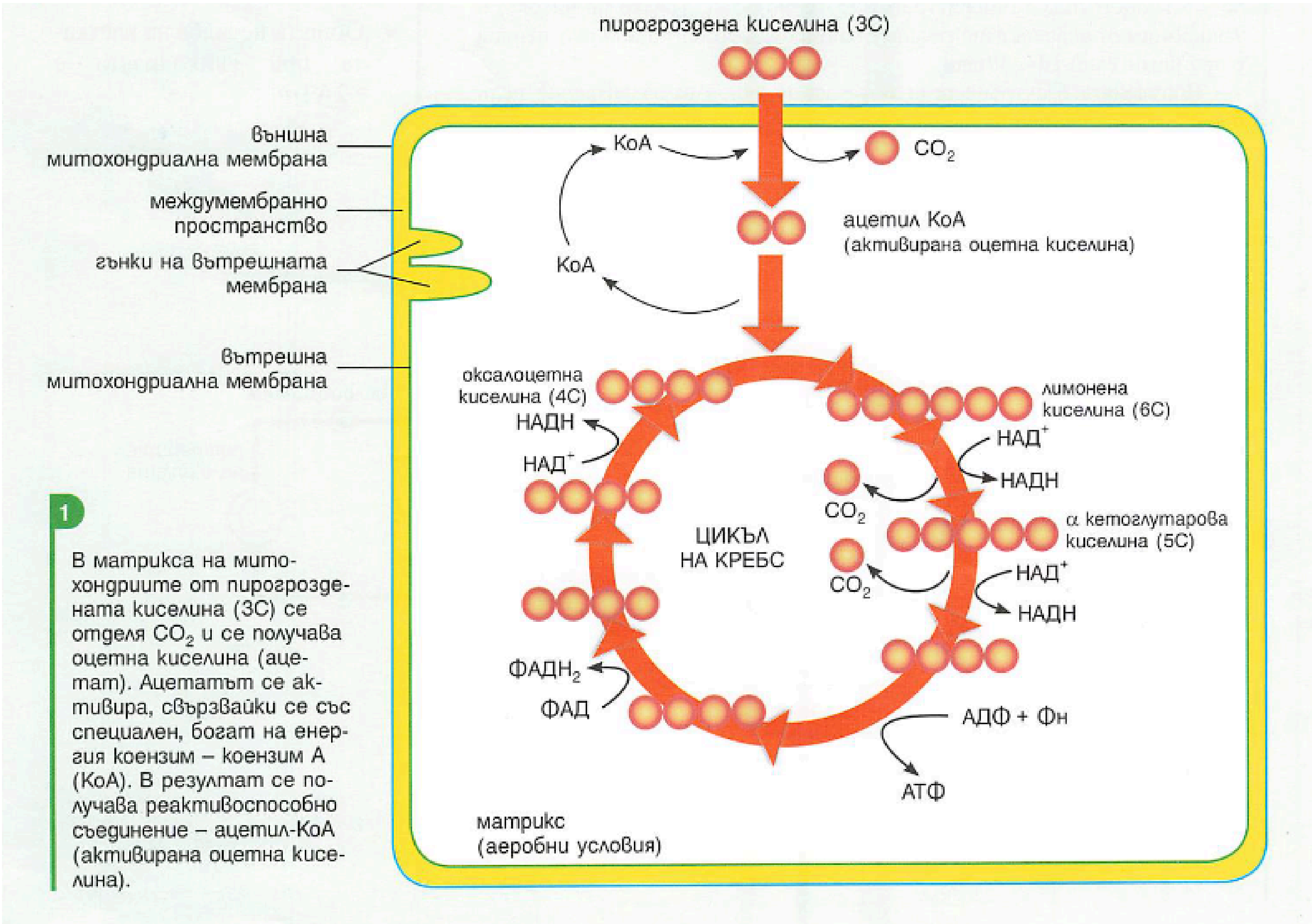
- В матрикса на митохондриите условията са аеробни. Ацетил КоА (2С) се свързва с оксалоцетна киселина (4С), при което се получава лимонена киселина (6С). Тя е първият междинен метаболит, поради което цикълът се нарича още и цикъл на лимонената киселина.

- В последователните биохимични реакции на цикъла от лимонената киселина отново се образува оксалоцетна киселина, като се отделят две молекули CO_2. Оксалацетатната киселина е изходен продукт за следващия цикъл. Отделеният СО, свободно дифундира през мембраните на митохондрия и от цитозола отново чрез дифузия през клетъчната мембрана напуска клетката.

- В четири от метаболитните стъпала на цикъла се извършва биологично окисление (дехидрогениране). Акцептор на водорода са коензимите НАД (в три метаболитни стъпала) и ФАД (в едно стъпало). Редуцираните НАДН и ФАДН, са донори на богати с енергия електрони, които след това се транспортират от редокс-системите във вътрешната митохондрийна мембрана.

- Само на едно от метаболитните стъпала в цикъла става отделяне на енергия за пряк синтез на една молекула кула АТФ (фосфорилиране в субстратната верига субстратно фосфорилиране). Субстратно фосфорилиране има и при синтеза на АТФ в гликолитичната верига.

Схематично представяне на цикъла на Кребс



Електронно-транспортни вериги и окислително фосфорилиране

- Редуцираните коензими (НАДН и $ФАДН_2$) разделят водо- рода на богати на енергия електрони и на протони (Н). Електроните се пренасят по електронно-транспортни вериги, локализирани във вътрешната митохондриална мембрана. Всеки преносител от тази верига, приемайки електрона, се редуцира, а при отделянето му се окислява. Тези последователни оксиредукционни процеси са възможни поради факта, че отделните редокс-системи (преносители) имат последователно нарастващи редокс-потенциали. Всяка следваща във веригата редокс- система е с по-висок редокс-потенциал от предходната и изтег- ляйки от нея електрона, се редуцира. С най-висок редокс-потенциал е последният член на веригата кислородът, поради което електронно-транспортните вериги се наричат дихателни вериги. Във вътрешната митохондриална мембрана има хиляди дихателни вериги. Броят им зависи от площта на мембраната, т. е. от броя на гънките й. Преносът на електрон по дихателната верига е съпроводен с намаляване на неговата енергия. Отделената енергия се използва за активен транспорт на Н в междумембранното пространство на митохондриите. В резултат на това вътрешната митохондриална мембрана се зарежда от външната страна положително спрямо вътрешната страна създава се трансмембранен електрохимичен градиент на протони. Този градиент е причина за връщането на протоните в матрикса. Това става през белтъчен комплекс в мембраната (АТФ-синтазен комплекс), който, използвайки енергията на протонния поток, катализира присъединяването на фосфатна група към АДФ т. е. синтезира се АТФ. Тъй като процесът на синтеза на АТФ (фосфорилирането) се извършва за

сметка на енергията на окислението, процесът се нарича окислително фосфорилиране.

- Останалият без енергия електрон се свързва с кислорода и водорода и образува вода краен продукт от разграждането на глюкозата.

- Докато в гликолизата енергийният баланс е само две молекули „печалба", то в цикъла на лимонената киселина от разграждането на една молекула глюкоза се отделя енергия за синтез на 36 молекули АТФ. Общата енергийна „печалба" от разграждането (анаеробно и аеробно) на глюкозата е 38 молекули АТФ.

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CO_2 + H_2O + 38\,АТФ$$

Принципи на генетичните процеси

Генетични процеси обща характеристика

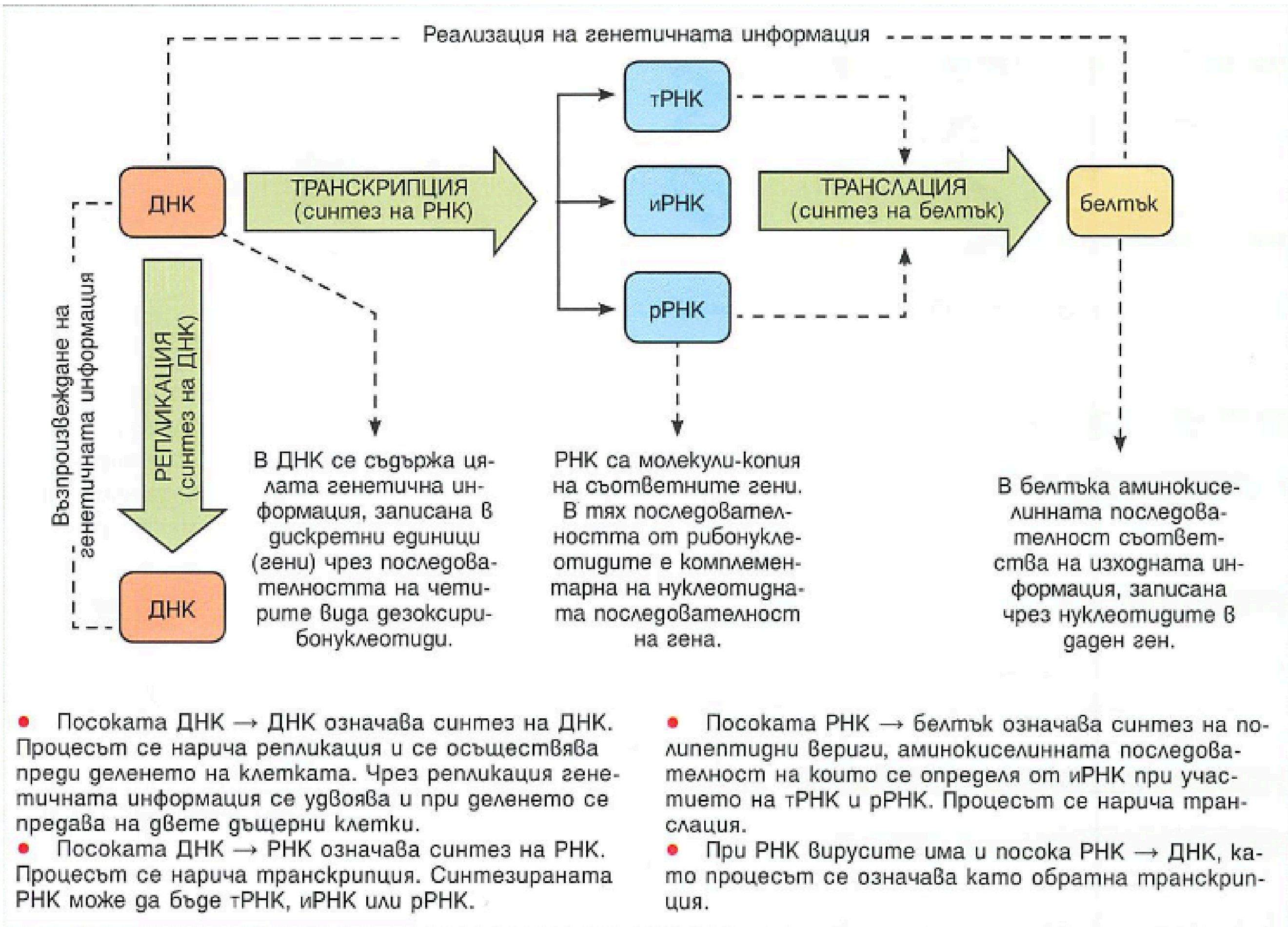
- Цялата информация за структурата и жизнената дейност на клетката се съхранява в молекулите на ДНК. Чрез подреждането на нуклеотидите в ДНК е записана първичната структура на белтъците, които я изграждат и осигуряват протичането на биохимичните реакции в клетката.

- Преносът на информация в клетката се подчинява на общобиологично правило, известно като правило на матрицата (матричен принцип) първичната структура на всяка информативна молекула се детерминира от друга информативна молекула (матрица). Матричният принцип по същество определя и посоките на движение на информацията в клетката.

- През 1958 г. Франсис Крик формулира т. нар. централна догма в молекулярната биология, с която се определят основните пътища за пренос на генетична информация в клетката. Според централната догма генетичната информация се пренася от нуклеиновите киселини към белтъка.

- Репликацията, транскрипцията и транслацията могат да се разглеждат както като генетични, така и като анаболитни процеси. Като генетични процеси те се подчиняват на матричния принцип и правилото за комплементарност. Като процеси на синтез (анаболитни процеси) те са ендергонични и изискват наличие на специфични ензими.

Общ принцип на синтезата на нуклеинови киселини. Схема на посоката на пренос на генетичната информация

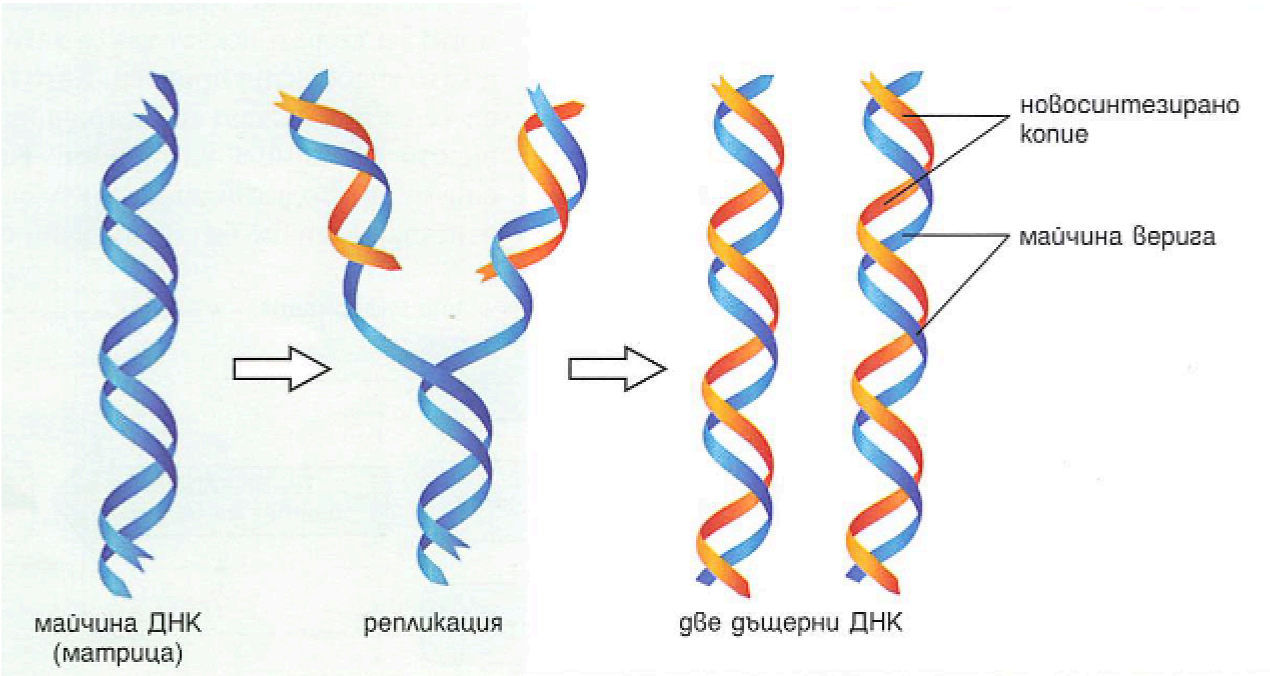


Репликация

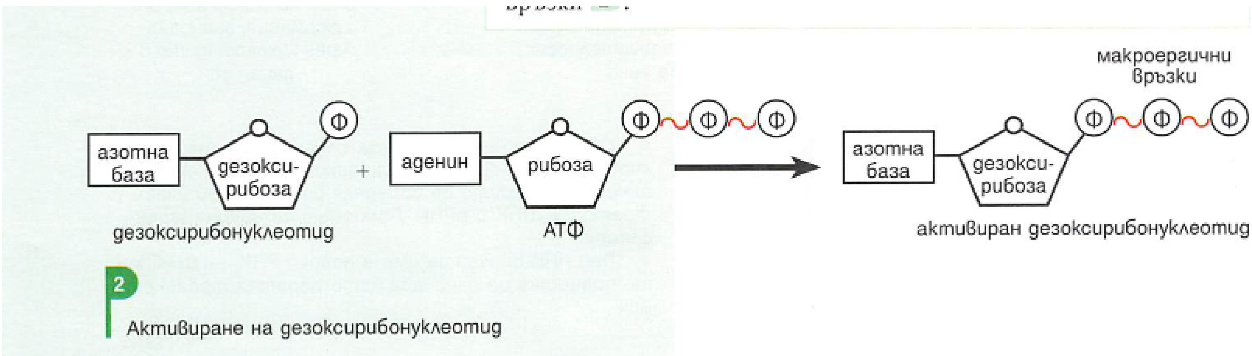
Репликация - основни характеристики, източник на енергия и принципна схема, подкрепени с фигури

- Способността за възпроизвеждане (авторепродукция) е основно свойство на живата материя. На молекулно ниво авторе- продукцията се проявява чрез процеса репликация процес на удвояване на молекулите на ДНК (удвояване на генетичната информация на клетката).

- Репликацията се извършва преди деленето на клетката. Всяка верига от майчината ДНК е матрица за синтеза на нова верига ДНК. Получените две дъщерни ДНК молекули са еднакви помежду си всяка от тях има верига от майчината ДНК и новосинтезирана комплементарна верига. Така чрез репликацията се осигурява удвояване на генетичната информация, която по време на деленето се разделя поравно между двете дъщерни клетки.



- Както всеки анаболитен процес, репликацията изисква енергия и специфични ензими. Енергията се доставя от предварител- но свързани с АТФ дезоксирибонуклеотиди. Активираните дезоксирибонуклеотиди са свързани не с един, а с три фосфорни остатъка, и притежават богати на енергия макроергични връзки.



- За протичането на репликацията е необходим и комплекс от ензими и белтъци, наречен белтъчен комплекс на репликацията

Механизъм на процеса репликация

- Репликацията започва с разделянето на двете комплементарни вериги на ДНК 4. Ензимът топоизомераза разсуква двойната спирала на ДНК и премахва спирализацията чрез разкъсване и последващо зашиване на една от веригите. Водородните връзки между двете вериги се разкъсват от ензима хеликаза. Предотвратяването на последваща спирализация на веригите се осигурява от специфични белтъци. Двете вериги се отделят една от друга, като се образува Y-образна структура, наречена репликационна вилка. Получената репликационна вилка напредва по дължината на ДНК молекулата.

- Поради еднопосочността на действие на ДНК полимеразата (от 5' към 3' края) само върху една от веригите се осъществява непрекъснат синтез на нова верига. Активираните дезоксирибонуклеотиди се подреждат комплементарно върху ДНК

веригата, завършваща с 3' край. Ензимът ДНК полимераза ги свързва чрез 3'-5'-фосфодиестерни връзки в полинуклеотидна верига. Веригата се синтезира бързо (от 5' към 3') и се нарича водеща верига.

- Синтезът на другата верига се извършва също от ензима ДНК полимераза, но на части (т. нар. фрагменти на Оказаки) в посока 5' 3'. Тъй като ДНК полимеразата не може да започне синтеза от произволно място върху матрицата, първо се синтезира РНК зародиш от ензима РНК праймаза, към който ДНК полимеразата добавя нуклеотиди. Ензимът ДНК лигаза свързва фрагментите чрез 3'-5'-фосфодиестерни връзки. Тази верига се синтезира по-бавно, поради което е наречена изоставаща.

- Репликацията при еукариотните клетки е сравнително бавен процес свързват се едва 10 до 40 нуклеотида в секунда. Причината за ниската скорост са хистоновите белтъци, около които с навита ДНК в хроматина. На практика репликацията не започва само от единия край на ДНК, а едновременно възникват голям брой начални точки на репликация, като се образуват многобройни реплициращи се участъци (репликони).

- Поради липса на структурни белтъци репликацията при прокариотите протича сравнително бързо около 800-850 нуклеотида в секунда. Процесът се извършва, без да се нарушава пръстеновиднаа форма на ДНК молекулата.

- Точността, с която се извършва процесът репликация, е много висока около 1 грешка на 10% нуклеотидни двойки. Независимо от това за съхраняване на стабилността на ДНК молекулата еволюционно са възникнали механизми за коригиране на грешките т. нар. репарация (поправка) на ДНК. Репарацията се извършва или веднага при допускането на грешката (в хода на репликацията), или след приключването на процеса (от ензима ДНК репараза).

- За разлика от други анаболитни процеси, които имат значение за клетката само докато тя съществува, и крайните им продукти не се предават в потомството, ДНК се синтезира само когато на клетката предстои делене, за да може клетъчната програма да се предаде непроменена в дъщерните клетки. Грешките при този синтетичен процес могат да доведат до смъртта на клетката или до мутации в нея.

Белтъчен комплекс на репликацията текст от фигурата

Белтъчният комплекс на репликацията включва:

ДНК хеликаза – променя конформацията си, в резултат на което се придвижва, разкъсвайки водородните връзки между двете вериги.

ДНК топоизомераза – преодолява свръхусукването на двойната спирала пред репликационната вилка чрез разкъсване и последващо зашиване на една от веригите.

Белтъци, които се свързват с разделените вериги на ДНК и предотвратяват последваща спирализация. Изправят едноверижната ДНК и базите на нуклеотидите стават достъпни за комплементарно свързване.

РНК праймаза – синтезира къси РНК вериги (зародиши, праймери) от по около 10 нуклеотида в изоставащата верига.

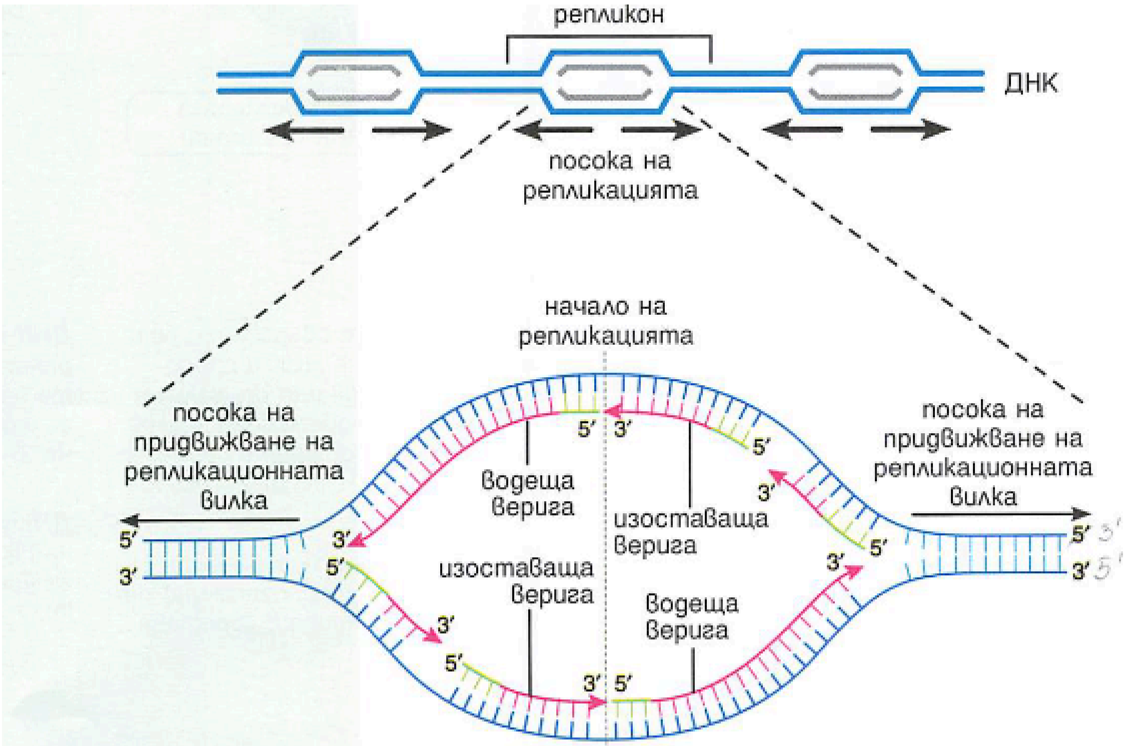
ДНК полимераза – свързва активираните дезоксирибонуклеотиди, като използва енергията на макроергичните им връзки за образуването на 3'–5'-фосфодиестерни връзки.

ДНК лигаза – „зашива“ фрагменти на Оказаки от изоставащата верига чрез 3'–5'-фосфодиестерни връзки.

4

Механизъм на репликация

Схематично представяне на репликон



Транскрипция

Транскрипция обща характеристика. Схема за активиране на рибонуклеотид

- Съдържащата се в ДНК информация не влияе пряко върху процесите в клетката, тъй като белтъците са молекулите, които определят морфологичните, биохимичните и физиологичните особености на всяка клетка. Превръщането на генетичната информация от ДНК в първична структура на белтъка се осъществява чрез посредничеството на друга полимерна молекула (иРНК), която се явява, от една страна, копие на гена, а от друга матрица за синтез на белтък.

- Транскрипцията е процес, при който заложената в ДНК информация се презаписва в РНК. Както репликацията, така и транскрипцията с генетичен и анаболитен процес. Като генетичен процес транскрипцията е един от пътищата

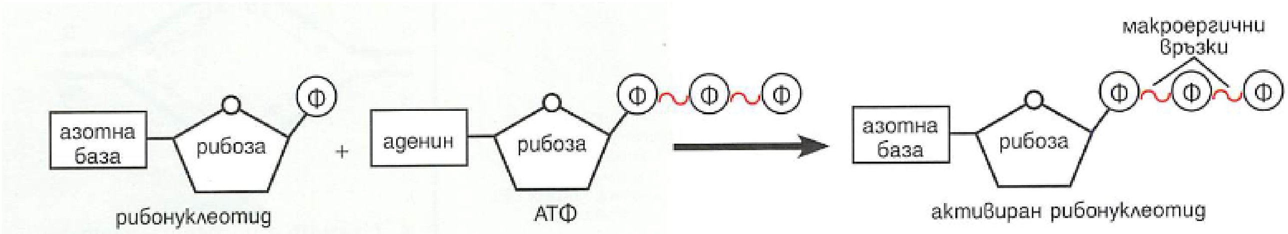
за пренос на генетична информация и се подчинява на матричния принцип и правилото за комплементарност.

- Както всеки анаболитен процес, така и транскрипцията изисква за протичането си енергия и специфични ензими. Енергията се доставя от предварително свързани с АТФ рибонуклеотиди.

- Активираните рибонуклеотиди имат в молекулата си не един, а три фосфатни остатъка, свързани с макроергични връзки.

- Матрица за синтеза на РНК е генът специфичен участък от ДНК, който се транскрибира в РНК. Бързината и точността на процеса са по-малки в сравнение с репликацията скоростта е около 30 нуклеотида в секунда. Грешка се допуска при 10^4 нуклеотидни двойки.

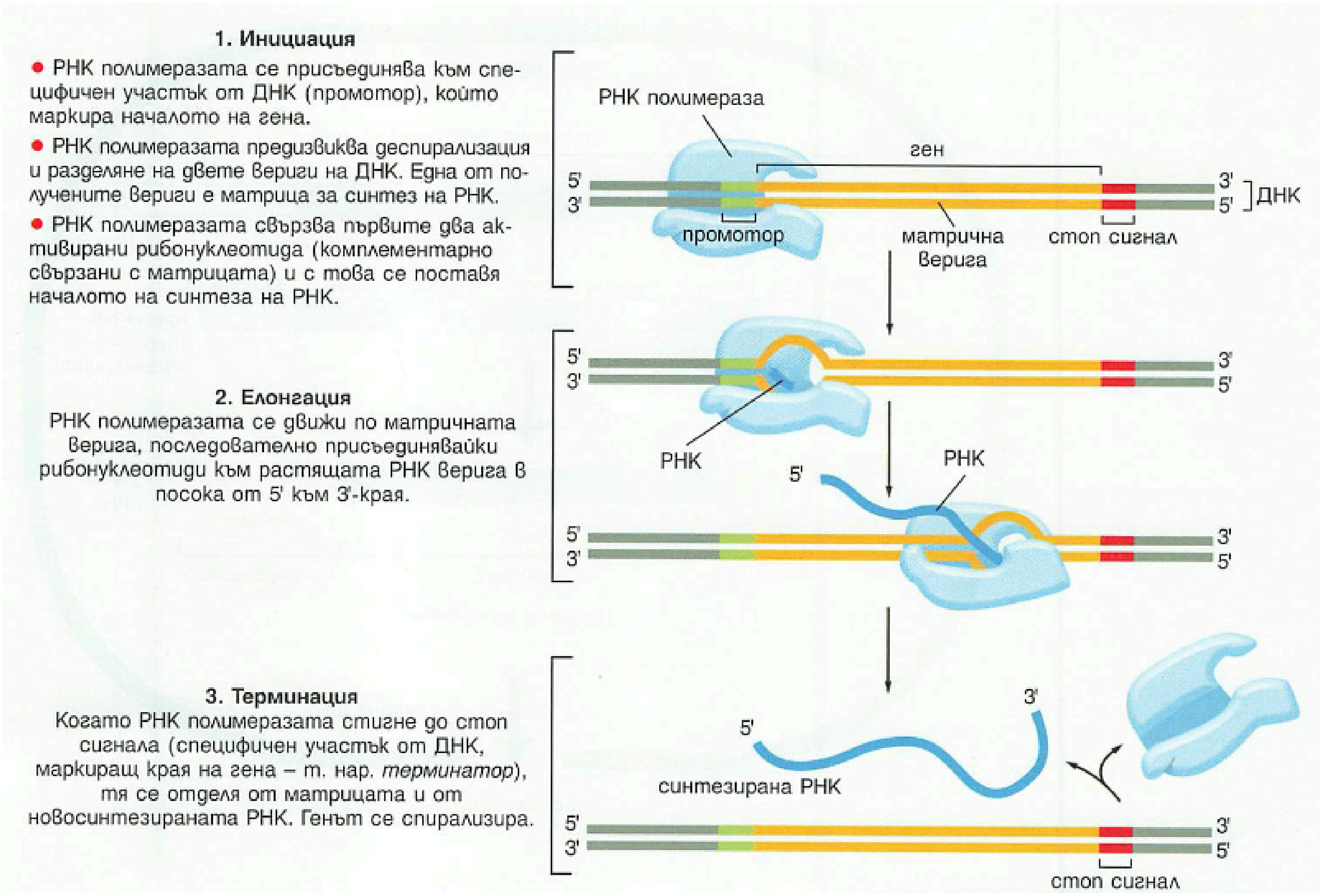
- Транскрипцията с първият етап от реализацията на генетичната информация, записана в ДНК.



Механизъм и етапи на процеса транскрипция схема и текст към нея

- Транскрипцията условно се разделя на три етажа начало (инициация), удължаване на РНК молекулата (елонгация) и край на синтеза (терминация).

- Единственият ензим, участващ при транскрипцията в прокариотните клетки, е РНК полимераза тя катализира инициирането и последователното присъединяване на предварително активираните рибонуклеотиди при синтеза на РНК. В еукариотните клетки има три различни РНК полимерази: РНК полимераза I (катализира синтеза на рРНК), РНК полимераза II (катализира синтеза на иРНК) и РНК полимераза III катализира синтеза на нискомолекулни РНК-и (тРНК-и, 5S рРНК и др.). Трите ензима са почти идентични по структура и вероятно имат общ предшественик.



Промени на синтезираните транскрипти в еукариотните клетки

- В прокариотните клетки всеки ген е уникален представлява непрекъсната последователност от нуклеотиди, кодиращи аминокиселинната последователност в молекулата на полипептидната верига. Синтезираната иРНК е копие на гена. Ето защо при прокариотите е почти невъзможно да се внасят някакви допълнителни изменения в структурата на иРНК.

- В ядрото на еукариотните клетки голяма част от гените са „прекъснати" съдържат информативни участъци (екзони), кодиращи аминокиселинна последователност, и некодиращи части (интрони). При транскрипцията цялата информация на гена (от промотора до терминатора) се презаписва. Получените транскрипти (молекули-предшественици, наречени пре-иРНК) са големи, биологично неактивни, които след съществени изменения се превръщат в зрели РНК-и.

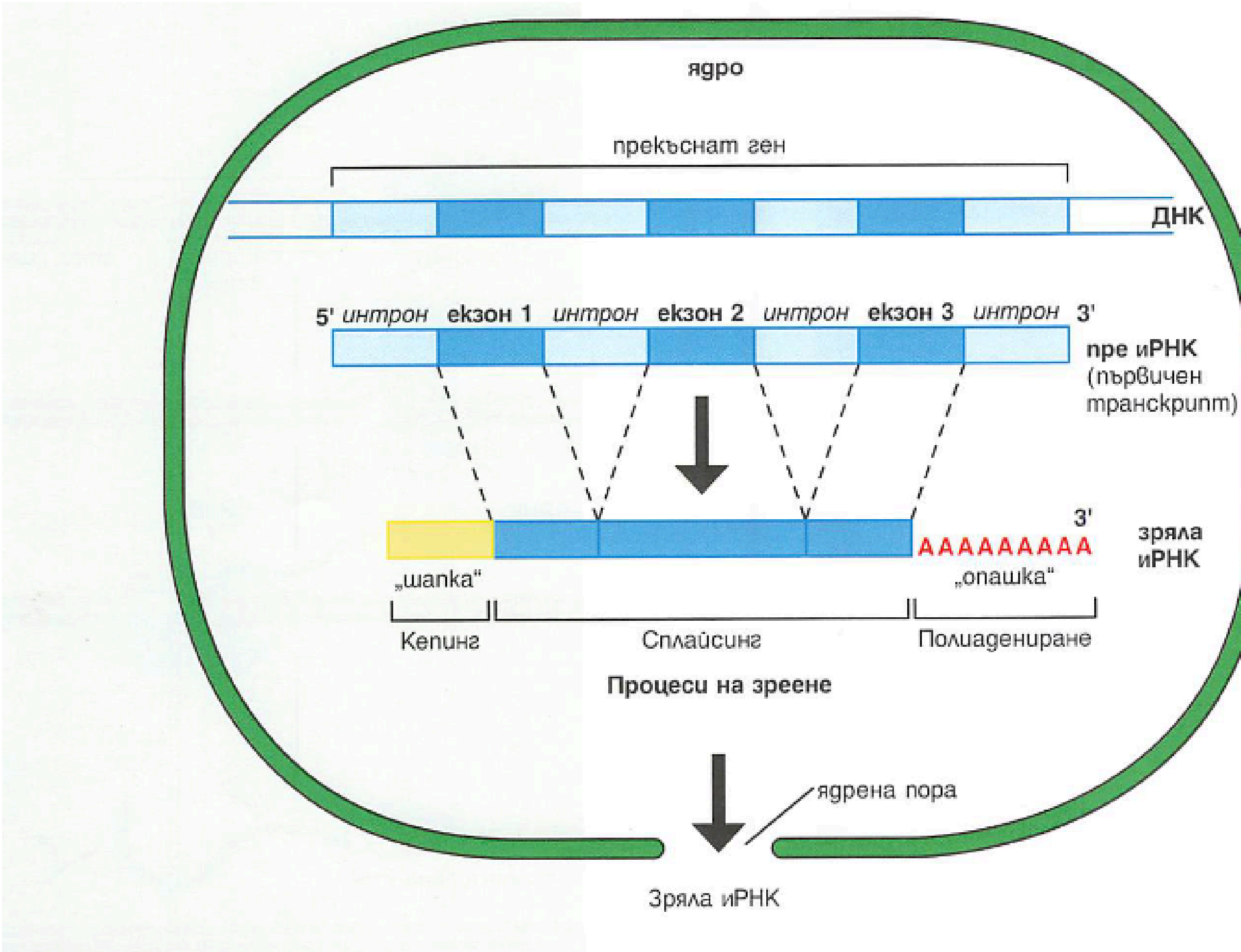
- „Зреенето" на иРНК включва процесите кепинг, полиаденилиране и сплайсинг.

- Към 5'-края на първичния транскрипт се прикрепва нискомолекулно съединение (т. нар. шапка cap), поради което и процесът е наречен кепинг. Към 3'-края се присъединяват 150-200 нуклеотида, съдържащи аденин (полиаденилиране). Така всяка иРНК съдържа „шапка" на 5' и опашка (poly A) на 3'-края си. Кепът регулира транспорта на иРНК през ядрените пори, подпомага сплайсинга и стимулира транслацията, докато poly A-опашката защитава иРНК от разграждане.

- При сплайсинга с участието на специфични ензими интроните в молекулата на иРНК-и се „изрязват, а екзоните се „съшиват" и се образува зряла иРНК.

- Съществуването на сплайсинг при еукариотните клетки дава възможност на клетката да използва гъвкаво генетичната си информация. Сплайсингът на един и същ първичен транскрипт се осъществява по различни начини и може да доведе до образуването на няколко отличаващи се една от друга иРНК-и, кодиращи различни полипептидни вериги. Това се наблюдава в процеса на клетъчната диференциация така в клетката една и съща последователност в ДНК се използва за обезпечаване на синтеза на различни белтъци.

Зреене на матричната РНК в еукариотна клетка схема



Транслация и генетичен код

Транслация обща характеристика

- Транслацията е вторият етап от реализацията на генетичната информация в клетката. Първичната структура на синтезираната при процеса транслация полипептидна верига изцяло се определя от последователността на нуклеотидите в молекулата на иРНК, т. е. от последователността на нуклеотидите на съответния ген, чисто копие се явява иРНИК.

- Транслацията е процес, при който презаписаната от гена информация в иРНК се превежда от „езика" на нуклеотидите на „езика" на аминокиселините. Както репликацията и транскрипцията, така и транслацията е генетичен и анаболитен процес. Като генетичен процес транслацията е един от пътищата за пренос на генетична информация и се подчинява на матричния принцип и правилото за комплементарност.

- Както всеки анаболитен процес, така и транслацията изисква за протичането си енергия и специфични ензими. Енергията се доставя от предварително свързана тРНК със съответната и аминокиселина, за което е необходима АТФ. Полученото съедине- ние аминоацил-тРНК с силно реактивоспособно и осигурява нергията, необходима за образуването на пептидна връзка 1. В процеса транслация участват зряла иРНК, акивирани аминоацил-тРНК-и и рибозоми.

- Макар че различните тРНК-и се различават по своята нуклеотидна последователност, те имат някои общи свойства и сходна пространствена структура. На специфичното подреждане на нуклеотидите в антикодона на всяка тРНК се дължи комплементарното свързване със съответния кодон на иРНК. По този начин различни- те тРНК-и намират точното място на аминокиселината, която носят, т. е. те се явяват в ролята на „преводачи" на генетичната информация на езика на белтъка. Транспортните РНК-и съдържат около 73 - 93 рибонуклеотида. Над 50% от нуклеотидите в тРНК са свързани с водородни връзки. Във всички тРНК-и има четири бримки, средната от които (антикодон- на бримка) е отговорна за намиране мястото на а-амино- киселината. Антикодонната бримка съдържа 7 нуклеотида, 3 от които образуват антикодон. Аминокиселината се прикрепва към 3'-края на молекулата.

- Рибозомите при всички клетки са сходни по своята структура и функция. Те са надмолекулни комплекси, които осигуряват реакциите на белтъчния синтез

- Транслацията при прокариотните и еукариотните клетки се извършва в цитозола. При еукариотните клетки синтез на белтъци има и в митохондриите и хлоропластите.

- Тъй като на клетката е необходим повече от един белтък от даден вид, върху иРНК се движат едновременно от 3 до 40 рибозоми на разстояние от около 80 нуклеотида. Всяка една рибозома от началото до края синтезира една полипептидна верига.

Механизъм и етапи на транслацията и текст от фигурата

- В процеса транслация условно се разграничават три етапа, чиято последователност осигурява белтъчния синтез - инициация (начало на синтеза), елонгация (удължаване на полипептидната верига) и терминация (край на синтеза).

- В транслацията участват различни белтъчни фактори, които осигуряват както образуването на белтък-синтезиращия комплекс, така и неговото разпадане в края на синтеза. Средната скорост на транслацията е около 15 аминокиселини в секунда.

1 Инициация

1. Малката субединица на рибозомата се свързва с иРНК и към комплекса се присъединява аминоацил-тРНК$_1$, която комплементарно се свързва с кодона АУГ.
2. Към комплекса от иРНК, малката субединица и тРНК$_1$ се присъединява и голямата субединица. тРНК$_1$ е в Р-участъка, а А-участъкът е свободен.

2 Елонгация

1. Към А-участъка на рибозомата се присъединява тРНК$_2$, носеща втората аминокиселина.
2. Между АК$_1$ и АК$_2$ се образува пептидна връзка.
3. Дипептидът остава свързан с тРНК$_2$, а тРНК$_1$ се отделя от рибозомата. Р-участъкът се освобождава.
4. Рибозомата се премества и обхваща втория и третия кодон и тРНК$_2$ вече е в Р-участъка.
5. Към освободения А-участък се присъединява тРНК$_3$, носеща АК$_3$, и цикълът (1-2-3-4) се повтаря до достигане на стоп кодон.

3 Терминация

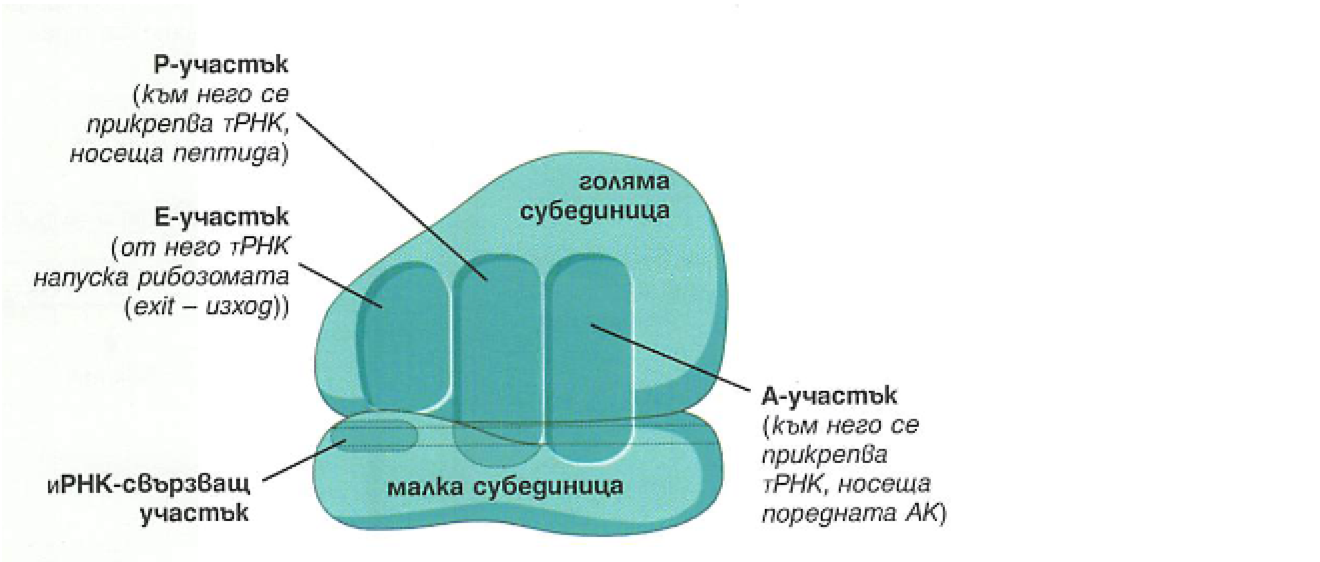
Когато рибозомата обхване стоп кодон, към А-участъка се присъединява белтъчен фактор, който не позволява присъединяването на нова тРНК. Задействат се фактори, в резултат на което полипептидната верига се отделя от последната тРНК и белтък-синтезиращият комплекс се разпада.

Схема на аминоацил-тРНК



А. Аминоацил-тРНК

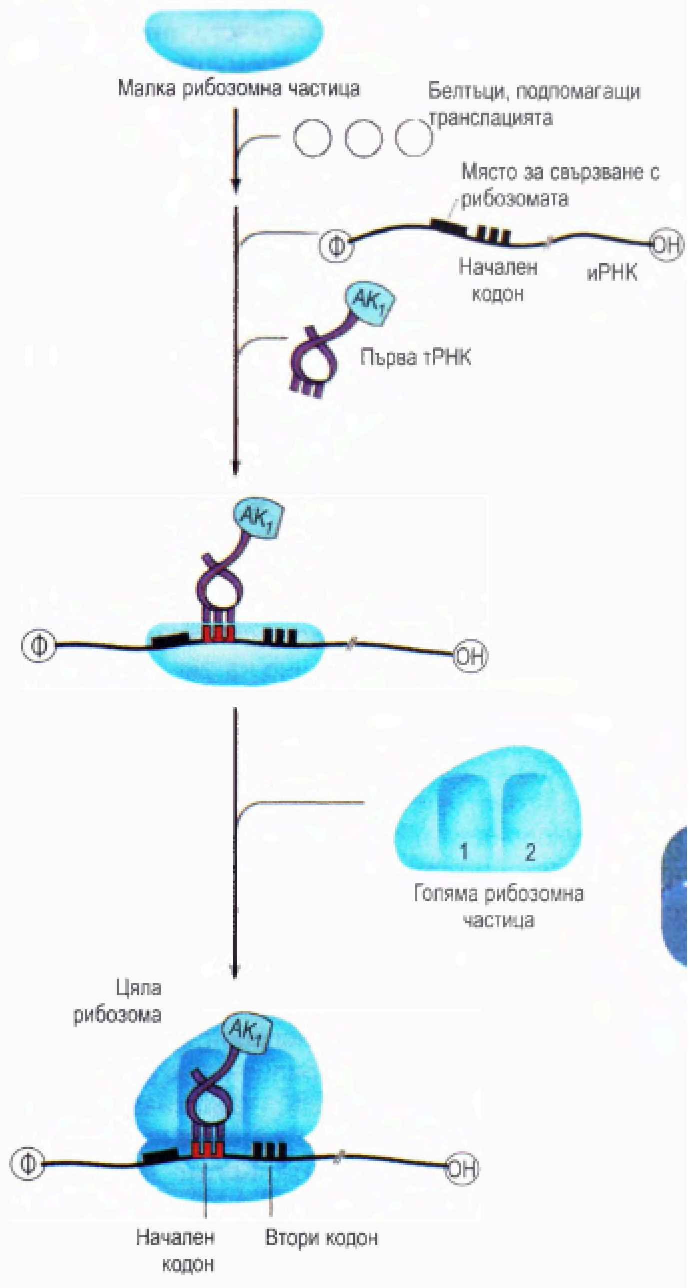
Схематично представяне на участъци в интактна рибозома

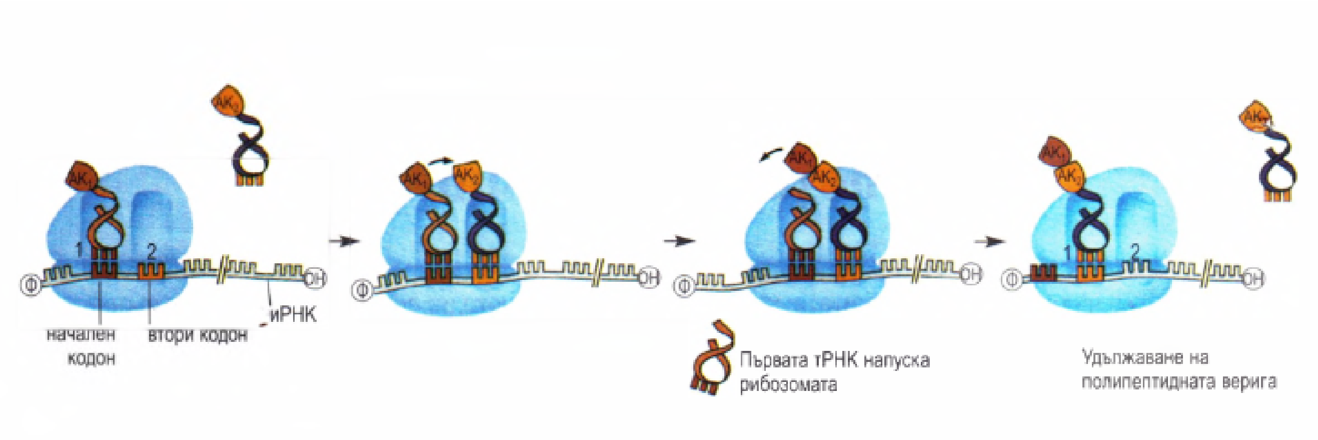


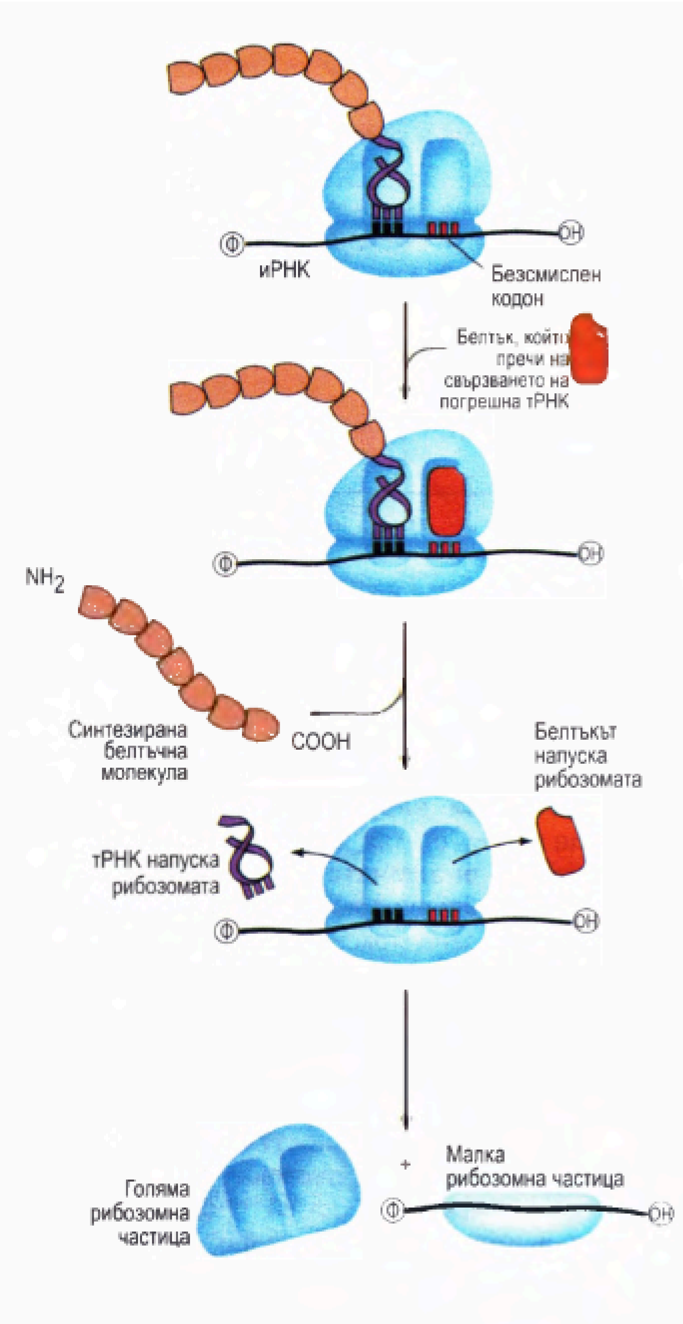
Б. Участъци в интактна рибозома

Схематично представяне на транслацията

Фиг. 4.31. Започване на транслацията. АК – аминокиселина







Генетичен код

- В молекулите на ДНК е записана наследствената информация за строежа и функциите на всяка клетка, както и на целия многоклетъчен организъм. Това е информация за синтеза на полипептидните вериги на белтъците и за полинуклеотидните вериги на рибонуклеиновите киселини.

- Нуклеотидната последователност в молекулата на ДНК, която носи информация за синтеза на една белтъчна молекула или за една молекула РНК, се нарича ген.

- Ето защо наследствената информация се нарича още генетична информация. Тя е записана (кодирана) по определен начин под формата на тройка нуклеотиди.

- Начинът, по който в молекулата на ДНК е записана генетичната информация, се нарича генетичен код.

Характеристики на генетичния код текст към схемата

Генетичният код е:
1. триплетен (тризначен) – три нуклеотида (кодон) определят мястото на една аминокиселина в полипептидната верига;
2. универсален – общ за всички организми (с малки изключения);
- *АУГ* (старт кодон) е кодонът, кодиращ първата аминокиселина за всички полипептидни вериги;
- *УАА*, *УАГ* и *УГА* са трите „стоп" кодона – те означават край на транслацията;

3. изроден – за една и съща аминокиселина обикновено има и повече от един кодон;
4. непрекъснат (без „запетаи") – няма свободни нуклеотиди между кодоните;
5. неприпокриващ се – един и същ нуклеотид не може да е част от двата съседни кодона;
6. еднопосочен – чете се винаги от 5' → 3' края.

Хромозоми

Хромозоми компактни хромозоми, хроматиди, центромер

- За да се предаде генетичната програма в следващото поколение от две клетки, необходимо е тя да се удвои, да се осигури по един комплект генетичен материал за всяка дъщерна клетка. Това означава, че всички хромозоми преди деленето на клетката трябва да се удвоят.

- Преди клетъчното делене генетичната програма, „записана" в ДНК на хромозомите на майчината клетка, се удвоява чрез синтеза на нови вериги от нуклеотиди. Синтезират се и нови хроматинови белтъци.

- В неделящата се клетка удвоените хромо- зоми, като дълги, тънки нишки, са силно преплетени, което прави невъзможно разделянето им на два комплекта без увреждане или скъс- ване. Този проблем се решава в началото на клетъчното делене, когато те претърпяват структурна промяна спирализират се и сложно се нагъват. Дължината им намалява хиляди пъти и те се превръщат в компактни частици. Процесът на превръщане на некомпактната хромозома в компактна протича бързо (около 2 h) и преминава през няколко степени. За това спомагат белтъците на хроматина, свързани с ДНК. Компактната структура на хромозомата не позволява протичането на характерните за ядрото процеси - синтезата на РНК

и ДНК. Затова по време на клетъчното делене не се синтезират белтъци и не се удвояват молекулите на ДНК. Обмяната на веществата в клетката като че ли замира за кратко време, за да може деленето да протече без смущения.

- Компактните хромозоми могат да се наблюдават със светлинен микроскоп. Всяка компактна хромозома се състои от две половинки, разположени успоредно хроматиди, които са свързани само чрез един стеснен участък центромер (първично прищъпване). Двете хроматиди са резултат от удвояване на генетичния материал. Това удвоява- не протича по време, когато структурата на хромозомата има ниска степен на компактност. При деленето на клетката двете хроматиди на всяка хромозома се разделят и се превръщат в две еднакви хромозоми, всяка от които попада в дъщерна клетка.

- При деленето на майчината клетка генетичния материал се разделя на два еднакви комплекта хромозоми, които попадат в двете дъщерни клетки.

- Центромерът разделя хромозомата на хро мозомни рамена. В зависимост от неговото местоположение при различните хромозоми дължината на рамената е различна. Всяка хромозома има строго определено място на центромера.

Хромозомен набор

- Всеки вид организми има свои отличителни белези, следователно своя специфична генетична програма, която е поместена в специфичен брой хромозоми със свое характерно устройство.

- Броят, формата и размерите на компактните хромозоми в телесните (соматичните) клетки на индивидите от един вид са негова характерна, отличителна особеност. Тя се нарича хромозомен набор или кариотип (карион ядро).

- Хромозомният набор при нормални телесни клетки се състои от двойки еднакви хромозоми (хомоложни хромозоми), тъй като в зиготата са се събрали бащиният и майчиният хромозомен набор, съответно от сперматозои- да и яйцеклетката. Двойният хромозомен набор се нарича диплоиден (2n). В половите клетки (сперматозоидите и яйцеклетките) хромозомният набор е единичен (хаплоиден, n), понеже при деленето на клетките-предшественици на сперматозоидите и яйцеклетките, диплоидният намалява наполовина. Например диплоидният хромозомен набор на човека се състои от 46 хромозоми, разпределени в 23 двойки, а хаплоидният от 23 хромозоми. Диплоидният набор на мишката включва 40 хромозоми, на плодовата мушица (Дрозофила) - 8, на царевицата - 20.

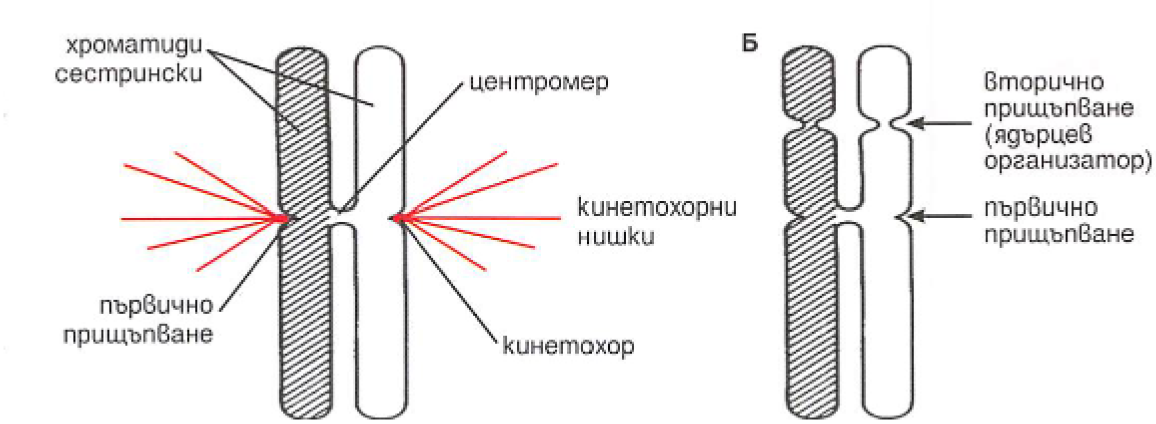
- В състава на хромозомния набор се включ ва една двойка хромозоми, наречени полови, защото определят пола на индивида. При повечето видове в клетките на мъжките индивиди двете полови хромозоми са различни и се отбелязват като хромозоми Х и У (название, което произлиза от характерната им форма), а в клетките на женските индивиди те са еднакви, означават се като Х и Х.

Структура на метафазна хромозома схематично представяне и текст

- Хромозомите представляват генетичния апарат в делящи се клетки. Образуват се в резултат на компактизацията на хромати- на. Максимална компактизация имат

хромозомите през метафаза (метафазни хромозоми). Всяка метафазна хромозома се състои от две хроматиди (които са морфологичен израз на удвоената ДНК). Двете хроматиди са свързани в стеснен участък на хромозома - центромер. От двете страни на центромера са разположени дисковидни структури, наречени кинетохори. Към тях са прикрепени две групи микротръбички (кинетохорни нишки), насочени към срещуположните полюси на вретеното. Кинетохорите и кинетохорните нишки осигуряват движението на хромозомите през анафазата .

- Ядрото е задължителна структура за всяка еукариотна клетка. То съхранява генетичната информация; в него се извършва както удвояването на генетичната информация (репликация на ДНК), така и първият етап от нейната реализация (синтез на РНК).



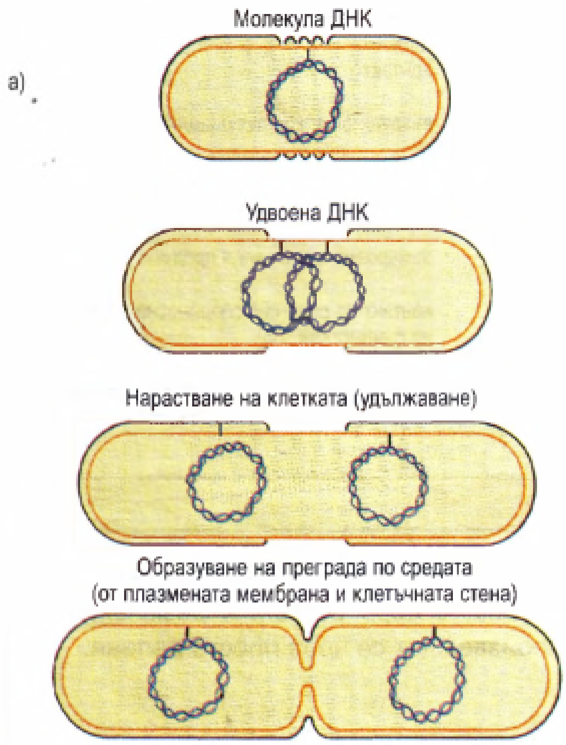
Делене и жизнен цикъл на клетката

Делене на прокариотните клетки

- Бактериите се размножават извънредно бързо едно поколение може да живее само 20-30 min. За това време клетките растат и се делят чрез просто делене на две дъщерни клетки. Делящата се клетка се удължава, а хромозомата се прикрепва за плазмената мембрана в средната зона. От точката на прикрепване започва удвояването на ДНК. С растежа на клетката двете нови хромозоми се отдалечават една от друга и след деленето на старата клетка попадат в новите клетки. Размножаването е възможно само при благоприятни условия: наличие на хранителни вещества, кислород, топлина, влага и др. Някои вещества (антибиотици) силно потискат размножаването. Ултравиолетовите лъчи на пряката слънчева светлина унищожават бактериите.

Схематично представяне на етапите на делене на бактерия

Фиг. 3.62. Просто делене при бактериите:
а) – схема;
б) – електронномикроскопска снимка.



Митоза и цитокинеза

- Изключително важно е майчината клетка да предаде точни копия наследствена програма на дъщерното поколение по време на клетъчното делене. Това означава всяка дъщерна клетка да получи пълния брой хромозоми на диплоидния набор. Този процес се осъществява чрез сложното клетъчно делене, наречено митоза (митос нишка). То протича по време на растежа в повечето клетки на организма и представлява универсална форма на размножаване на еукариотните клетки.

- Клетката предварително се подготвя за митотичното делене. Към края на интерфазата всички молекули на ДНК се удвояват и се син- тезират белтъци на хроматина. В резултат хромозомите, като хроматинови нишки, стават двойно по-дебели, тъй като съдържат две хроматиди, свързани с центромера, но имат ниска степен на нагъване и спирализиране - не са компактни.

- Същност на митозата. Процесът е непрекъснат, но за да бъде по-лесно описан, се разделя условно на четири фази: профаза, метафаза, анафаза и телофаза .

- Най-забележителните събития, които се извършват в майчината клетка през профазата, са две превръщане на интерфазните хромозоми в митотични и оформяне на делително вретено. Интерфазните хромозоми (хроматиновите нишки)се спирализират и нагъват, като в резултат силно се скъсяват и удебеляват, превръщайки се в компактни частици митотични хромозоми, които са видими под светлинен микроскоп. Хромозомите не могат да се движат

самостоятелно. Тяхното придвижване в клетката, за да се раз- делят на два комплекта, се осъществява чрез делителното вретено. То се образува в цитоплазмата от белтъчни нишки, свързващи два срещуположни полюса на клетката. По време на профазата ядърцето и ядрената обвивка постепенно се разпадат.

- През метафазата хромозомите са максимално скъсени и компактни. Те се подреждат независимо една от друга в екваториалната плоскост на делителното вретено, като всяка се свързва чрез центромера си с неговите нишки.
-
- По време на анафазата нишките на делителното вретено се скъсяват откъм полюсите. Двете хроматиди на всяка хромозома се раз делят в областта на центромера и се насочват към срещуположните полюси като самостоя- телни хромозоми. Всяка от тези хромозоми съдържа нормално количество ДНК, т. е. наследствена програма.

- През телофазата в областта на двата полюса на делителното вретено хромозомите се доближават, компактната им структура се разрушава, те се удължават и отъняват, губят видимите си очертания и постепенно премина- ват в хроматинови нишки. Нишките на делителното вретено се разтварят. Ядърцето и ядрената обвивка се възстановяват и оформят две ядра с диплоиден хромозомен набор.

- Телофазата се последва от разделяне на цитоплазмата - цитокинеза. При животинските клетки в екваториалната област цитоплазмата се разделя чрез прищъпване до обособяването на две самостоятелни дъщерни клетки. При растителните клетки се образува вътрешна преградна пластинка. Така след завършване на митозата от една диплоидна майчина клетка (2n) се образуват две също диплоидни дъщерни клетки (2n).

Жизнен цикъл на клетката, делене и диференциране

- При различните видове клетки жизненият път е различен. За прокариотните клетки е характерно бързо редуване на растеж и делене, при което жизненият път на отделните клетъчни поколения е твърде кратък. При свободноживеещите едноклетъчни еукариоти, като например амебата, също се наблюдава такова циклично редуване на процесите. Тези клетки са всъщност безсмъртни, стига да се намират в среда с нормални условия за съществуване - храна, температура и др.

- При многоклетъчните растения и животни в началото на зародишното развитие при всички клетки се наблюдава също редуване на растеж и делене, но във възрастния организъм този цикъл се запазва само за някои клетки. Например в растенията това са клетките на образувателната тъкан на кореновите връхчета, а в животните епителните клетки на тънкото черво. Мнозинството клетки на възрастните организми преминават през цикъла много бавно или излизат от него завинаги. Тези клетки спират да се делят и съще ствуват в непроменен вид до смъртта си, която настъпва поради заболяване или остарява- не (кръвните клетки), ипи до смъртта на целия организъм (мускулните и нервните клетки в животните, покривните и паренхимните клетки в растенията). Такива клетки са

специализирани за изпълнение на определена функция. Специализирайки се обаче, те загубват способността си да се делят. Следователно за едни клетки жизненият път преминава в цикъла растеж делене, а за други продължава без делене до смъртта.

- Последователността от растеж на клетката, подготовка за делене и разделянето и на две дъщерни клетки се нарича клетъчен жизнен цикъл.

- В клетките, които се делят, може да се разграничат два периода (фази), които обхващат две последователни групи процеси: растеж и подготовка на клетката за делене интерфаза (време между две деления) и самото делене митоза. Тъй като тези процеси са обвързани с деленето на клетката, те съставят митотичен цикъл. В такива случаи митотичният цикъл съвпада с жизнения цикъл (зародишни клетки, туморни клетки). Обикновено интерфазата продължава 20-30h, докато митозата - 0,5-3h.

- Подобна картина се наблюдава и в прокариотните клетки техният жизнен цикъл се покрива изцяло с цикъла на делене (но те не се делят чрез митоза).

- Жизненият цикъл съвпада с митотичния, когато клетката след възникването си навлиза в подготовка за ново делене.

- През интерфазата клетката увеличава масата си, като синтезира разнообразни белтъци. Сред тях важно място заемат белтъци, необходими за деленето за изграждане на делителното вретено и ядрени белтъци.

- Най-важното събитие, подготвящо митозата, е удвояването на генетичния материал на клетката репликацията на ДНК. В края на интерфазата клетката се запасява и с енергия чрез синтеза на АТФ, която ще бъде необходима за протичането на митозата.

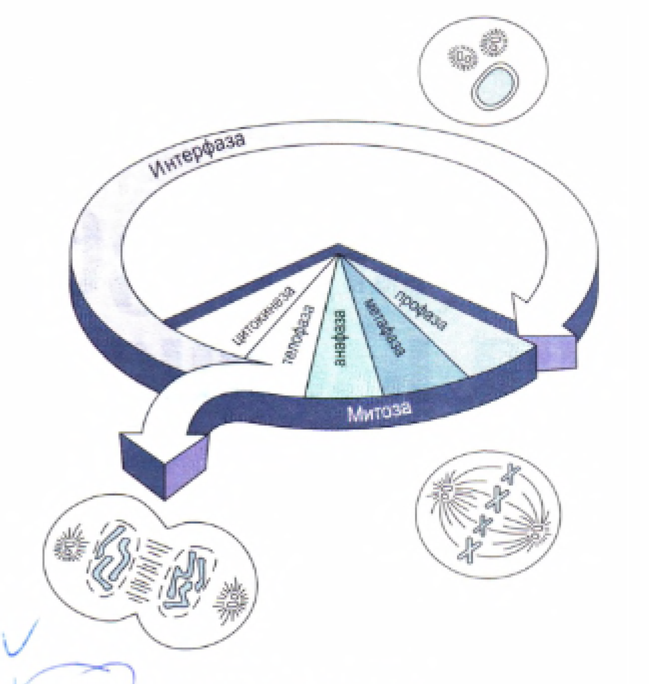
- След като се появят в резултат на делене, клетките на многоклетъчния организъм могат да не влязат в подготовка за ново делене, а да поемат път на специализация. Тъй като при специализирането в организма се обособяват различни групи от клетки със специфична функция, процесът се нарича клетъчно диференциране. Тези групи от клетки оформят тъканите.

- Клетъчно диференциране - При делене наследственият материал се предава в пълен комплект на следващото поколение клетки. Коя е причината за появата на различия в устройството и функционирането на клетките на различните тъкани? Кой решава какъв път на развитие да поемат? Науката частично е отговорила на тези сложни въпроси. Диференцирането на клетките не се дължи на частична загуба или изменение на генетичната програма. Генетичният „запис" в ДНК не се изменя нито количествено, нито качествено.

- По принцип по-голямата част от генетичната програма е блокирана. При диференцирането само отделни участъци от нея се активират и „презаписват", т. е. синтезира се ИРНК, по чиято програма се синтезират белтъци. Това означава,

че в клетката се синтезират не всички белтъци, структурата на които е записана в генетичната програма, а само тези, чиито запис в ДНК може да се презапише. Като си представим, че в различни групи клетки се активират различни участъци от генетичната програма, ясно е защо ще се развият различни по природа клетки, специализирани за изпълнение на определени функции. Кой определя кои участъци от генетичната програма да се активират за сега не е ясно, но може да се твърди, че начинът на диференциране на отделните клетки е заложен в наследствената програма и се регулира от вътрешни и външни фактори.

- Клетъчното диференциране е необратим процес. Но някои специализирани клетки могат временно да възстановят делителната си способност при необходимост. Така при нараняване на кожата нейните клетки, делейки се активно, запълват раната. При отстраняване на част от черния дроб в животни неговите. клетки след активно делене бързо възстановяват липсващия участък. Това показва, че в организма съществуват механизми, които регулират клетъчното делене и диференциране според нуждите. Когато тази регулация излезе от строя", настъпват тежки последици. В едни случаи времето на митотичния цикъл не- нормално се удължава (например, ако се понижи продукцията на червени кръвни клетки, развива се тежка анемия), а в други случаи - то ненормално се скъсява (например, развиват се тумори).



Фиг. 5.1. Схема на клетъчен жизнен цикъл

Регулация на митотичния цикъл описание

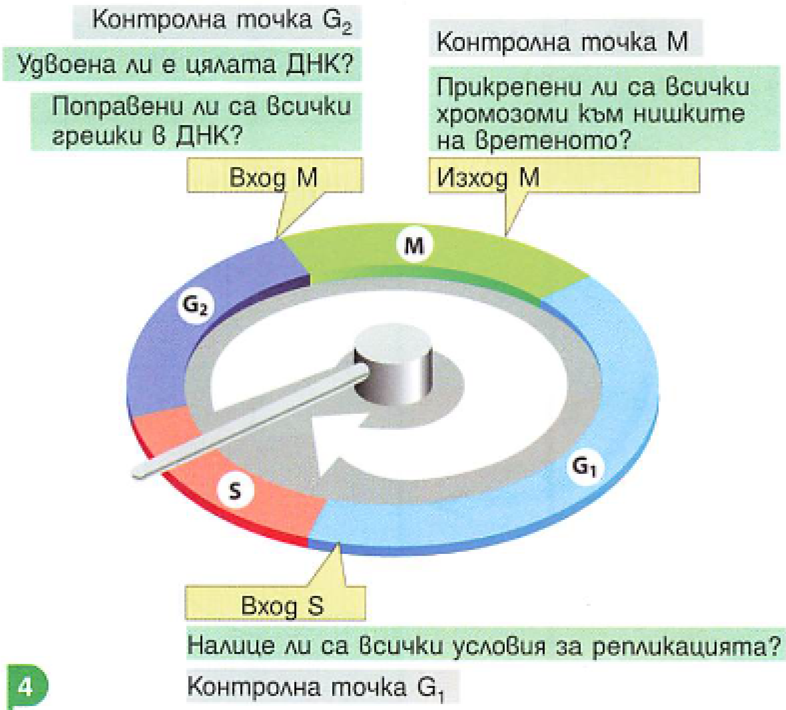
- Животът на една клетка е серия от събития, протичащи в точно определена, генетично детерминирана последователност. Нормалният ход на тези събития се регулира от специфична система за контрол, която действа в три основни точки на митотичния цикъл.

- Първата контролна точка е при прехода на клетката от G_1 към S-периода и се изразява в задържане на прехода дотогава, докато в клетката не се натрупат

необходимите количества продукти за процесите в следващия период. Задържането на клетката в този период е и причината за удължаване на клетъчния цикъл при неблагоприятни условия. Контролът на митотичния цикъл в G1 се осъществява от регулаторни белтъци.

- В края на G-периода в клетката се натрупват високи концентрации от белтък, косто индуцира прехода на клетката от G_1 към S-периода. Белтъкът е нестабилен и количеството му в клетката бързо намалява.

Регулация на митотичния цикъл схема



4 Регулация на МЦ

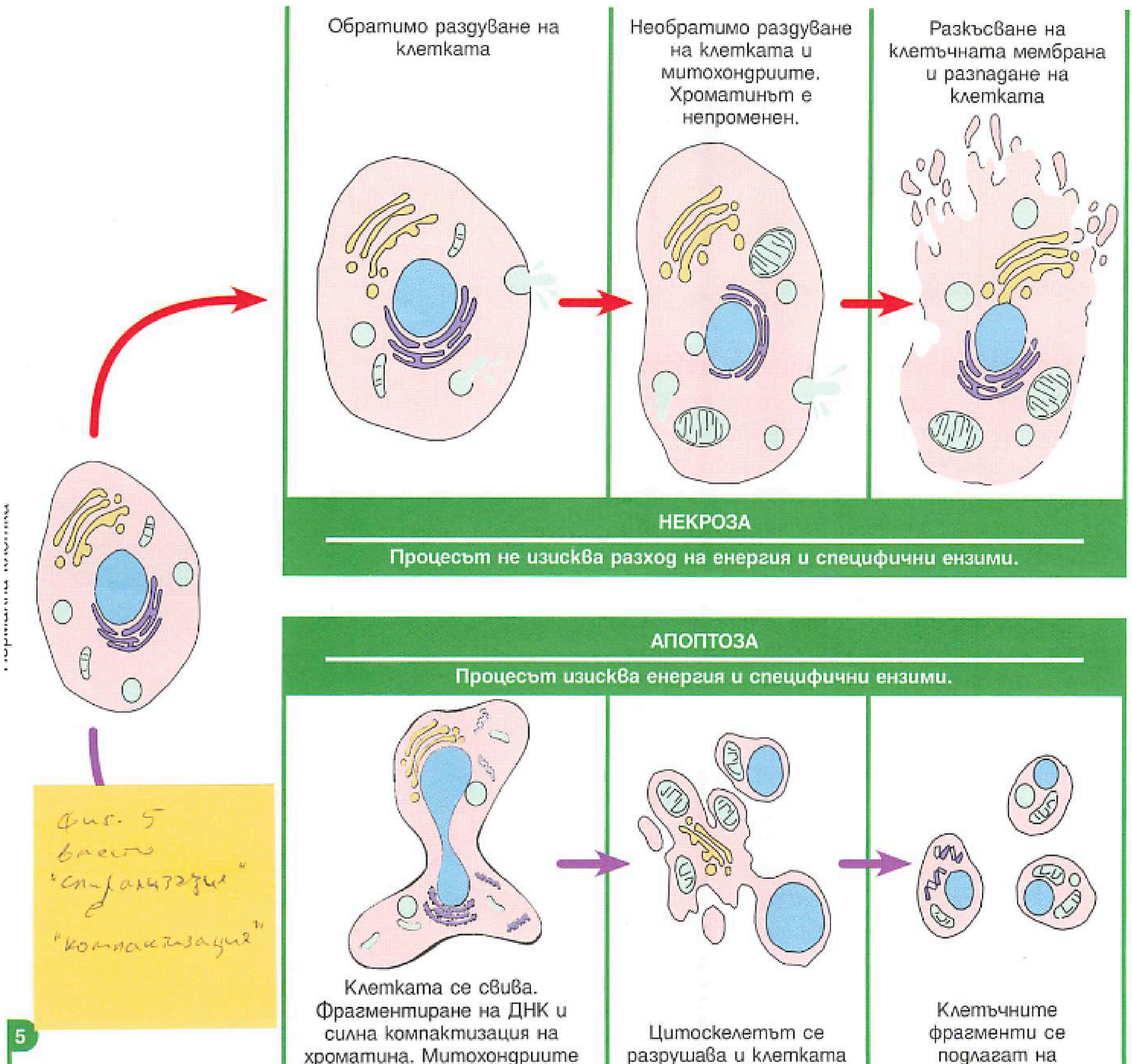
Клетъчна смърт описание

- Жизненият път на диференцираните клетки завършва със стареене и смърт. Стареенето е съпроводено с редица изменения: обезводняване на цитоплазмата, натрупване на инертни и отровни (токсични) вещества, дегенерация на някои клетъчни органели и др. В резултат се понижава скоростта на обменните процеси. Стареенето на клетката завършва с нейната смърт.

- Стареенето и смъртта на клетките са следствие от закономерно протичащи структурни и биохимични промени.

- Некрозата е в резултат от силно увреждане, при което клетките се издуват, разкъсват се и изливат съдържимото си в околната тъкан, като предизвикват възпалителни процеси. Апоптозата е програмираната клетъчна смърт клетките загиват, без да предизвикат увреждане на околните тъкани.

Клетъчна смърт сравнение на некроза и апоптоза (текст от фигура)



5 Клетъчна смърт

Мейоза

Същност и значение на мейозата и разликите й с митозата

- Генетичната програма (биологичната характеристика) на всеки вид организми се предава от едно на друго поколение чрез клетъчното делене. При безполовото размножаване на организмите тази програма се предава в процеса митоза от една майчина на две дъщерни клетки, при което диплоидният набор хромозоми, носител на програмата, се запазва и биологичната характеристика на клетъчното поколение представлява абсолютно копие на тази на майчината клетка. При половото размножаване генетичната програма се предава на следващото поколение не чрез делене на майчината клетка, а чрез сливане на две полови клетки гамети (яйцеклетка и сперматозоид). Получената зигота се дели ми-тотично, както и следващите клетъчни поколения, с което се поставя началото на

нов организъм. Ако двете полови клетки съдържат хаплоиден набор хромозоми (2п), то зиготата ще съдържа удвоен диплоиден набор (4п), който ще се запази във всички клетки на новия организъм. В следващото поколение хромозомният набор отново ще се удвои (8п) и т. н. Това би означавало в поколенията да се промени основно биологичната характеристика на вида. Това на практика не се получава, защо- то гаметите възникват в резултат на делене на предшестващите ги клетки, при което диплоидният набор хромозоми намалява (редуцира се) наполовина става хаплоиден (п). При сливането на гаметите в зиготата се получава диплоиден хромозомен набор, което осигурява запазването на биологичната характеристика на вида.

- Клетъчният механизъм, който осъществява редуциране на хромозомния набор в клетките (от 2n на n), е особен вид клетъчно делене мейоза (мейозис - намаляване). Този процес в много отношения напомня митозата, но е значително по-сложен.

- Получените при мейозата 4 хаплоидни клетки имат еднакъв брой случайно разпределени хромозоми, които не носят еднаква наследственост. Всяка клетка съдържа в хромозомния си набор само по една хромозома (бащина или майчина) от всяка хомоложна двойка, при това с някои разменени участъци с другата хромозома. Така във всяка клетка се формира случайна наследствена комбинация от гени, което е предпоставка за многообразие в поколението.

- С мейозата се осъществява случайно разпределение на генетичния материал в поколението, чрез което се получават нови наследствени комбинации.

Механизъм на мейозата и схема за кросинговър

- Мейозата протича като две последователни митотични деления, всяко едно от които преминава през четирите познати фази: профаза, метафаза, анафаза и телофаза, последвани от цитокинеза. Двете деления са разграничени от кратка интерфаза. Преди първото делене генетичният материал се удвоява (синтезира се ДНК), както при обикновена митоза, но преди второто делене генетичният материал не се удвоява. И при мейозата се формира делително вретено, за чиито нишки се прикрепват хромозомите чрез своите центромери. Скъсявайки се, нишките придвижват хромозомите към полюсите на делителното вретено.

- В началото на първото делене на мейозата (1 профаза) хомоложните хромозоми от хромозомния набор се приближават и временно прилепват плътно една с друга образуват се двойки хромозоми (биваленти). Всяка една от двете хромозоми се състои от две хроматиди (сестрински хроматиди). Това поведение на хомоложните хромозоми е характерно за мейозата. Тяхното свързване се съпровожда с уникално събитие- несестрински хроматиди от двете хромозоми си обменят материал от някои свои участъци, протича кросинговър (кръстосване). Това има съществени последици за генетичната програма.

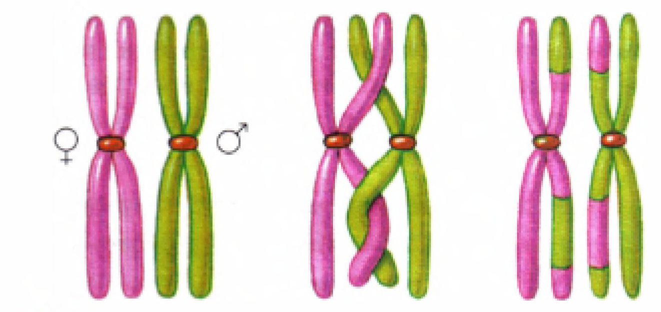
- След това бивалентите се настаняват в случаен ред по екватора на делителното вретено (1 метафаза) и се разделят (1) анафаза). Разделят се обаче не хроматидите на отделните хромозоми, а самите хромозоми в бивалентите. В полюсите на делителното вретено се образуват, както при обикновената митоза,

дъщерни ядра (I телофаза). Само че всяко ядро съдържа по една хромозома от всяка хомоложна двойка и следователно е с намален наполовина брой хромозоми. Но всяка хромозома е с удвоено количество ДНК, защото е образувана от две хроматиди. Клетката се разделя на две дъщерни клетки и всяка от тях по-нататък осъществява самостоятелно второто делене.

- При първото делене на мейозата се получават две дъщерни клетки, в които броят на хромозомите намалява наполовина и става хаплоиден, а количеството на ДНК във всяка хромозома е удвоено.

- Второто делене на мейозата е много сходно с митотичното. В двете клетки се оформя делително вретено (II профаза) и компактните хромозоми се подреждат в неговия екватор (II метафаза). След това хроматидите на Всяка хромозома се разделят и като самостоятелни хромозоми се отправят към полюсите на делителното вретено (II анафаза). Там се образуват дъщерни ядра, в които хромозомният набор е хаплоиден и всяка хромозома съдържа нормално количество ДНК (II телофаза). Всяка от двете клетки се разделя на две, като се получават общо четири клетки.

- При второто делене на мейозата всяка от двете клетки (получени в резултат на първото делене) се разделя, като възникват общо 4 клетки с хаплоиден хромозомен набор и нормално съдържание на ДНК във всяка хромозома.



Част 5 - Наследственост, изменчивост, размножаване, еволюция

Общи данни за наследствеността

Носители на наследствеността

- Живите организми притежават способността да предават своите белези непроменени на поколението си. Затова потомците приличат на родителите. Например растения с бели венчелистчета на цветовете си имат поколение с бели венчелистчета; мухи от род Дрозофила с черен цвят на тялото имат потомци също с черен цвят на тялото; ако родителите ви са с кафяви очи, вероятно и вашите очи са кафяви.

- Свойството на организмите да предават непроменени белезите си на поколението се нарича наследственост.

- В наши дни е известно, че гените са разположени в ДНК-молекулите. В гените е „записана" първичната структура на белтъчните молекули, от която зависи функцията, която те ще изпълняват. Следователно гените определят развитието на белезите не пряко, а косвено, чрез своите продукти - белтъчните молекули, кодирани в тях.

- Наследствеността е консервативно свойство на организмите. Благодарение на него характерните за вида белези могат да се запазват непроменени в неограничен брой последователни поколения. Заедно с това белезите могат да се изменят, като някои от измененията могат да се предават на потомците.

- Свойството на потомците gа npugобиват белези, различни от белезите на родителите си, се нарича изменчивост.

- Генетиката (genero, лат. пораждам) е биологична наука, която изучава свойствата на организмите наследственост и изменчивост.

- За рождена година на генетиката се приема 1900-ната година. Тогава трима ботаници, независимо един от друг, преоткриват закономерностите на предаване на белезите, установени близо 40 години преди това от Грегор Мендел.

- Мендел, откривателят на основните закони на генетиката, е една от легендите в историята на съвременната наука. Той провежда серии от опити с 22 сорта от едногодишното растение градински грах, които се различават помежду си по редица белези: цвят на семената (жълт или зелен), повърхност на семената (гладка или грапава), цвят на венчелистчетата (червен или бял) и др.

- Белезите се определят от гени. Гените имат два или повече варианта, наречени алели. Различните алели на гена определят различна изява на белега. Например белегът цвят на венчелистчетата на граха се определя от ген, който има два алела. Единият определя червен цвят на венче- листчетата (алел за червен цвят), а другият - бял цвят на венчелистчетата (алел за бял цвят. Мухите от род Дрозофила имат сив или черен цвят на тялото; следователно генът, който го определя, има два алела за сив и за черен цвят. При човека краят на ушната мида може да е свободен или сраснал този белег също се определя от един ген с два алела.

Хаплоидност и диплоидност. Хомозиготност и хетерозиготност.

- Индивидите започват съществуването си от зигота (оплодена яйцеклетка). В половите клетки сперматозоиди и яйцеклетки има по един алел от всеки ген. Следователно всеки индивид има по два алела от всеки ген един получен от майчиния и един от бащиния организъм. Двата алела може да са еднакви, но може и да са различни.

- Хомозиготен се нарича индивид, който има два еднакви алела на даден ген. Например една Дрозофила е хомозиготна, ако има два алела за черен цвят на

тялото; или едно грахово растение е хомозиготно, ако има два алела за червен цвят на венчелистчетата. Хомозиготните индивиди се наричат още чисти линии.

- Хетерозиготен се нарича индивид, който има два различни алела на даден ген. Например, ако от майка си сте унаследили алел за свободен край на ушната мида, а от баща си - алел за сраснал край, то вие сте хетерозиготен за този белег.

- Съвкупността от всички гени в хромозомния набор на един индивид се нарича генотип.

- Половите клетки съдържат по един алел от всеки ген, който видът има. Когато се образува зиготата, се „комплектова" генотипът на индивид. Индивидите, които са хомозиготни по алелите на даден ген, проявяват белега така, както го определя еднаквият апел. Например грахови растения, хомозиготни по алела за бял цвят на венчелистчета, цъфтят с бели цветове. Хетерозиготните за даден ген индивиди проявяват белега така, както го определя само единият от алелите. Например Дрозофила, която има алел за сив и алел за черен цвят на тялото има сиво тяло (апелът за черен цвят не се проявява); грах, който има алел за жълт и за зелен цвят на семената образува само жълти семена; ако в генотипа си човек има алел за кафяви и алел за сини очи, той е хетерозиготен за този белег и е кафявоок.

Доминантност и рецесивност. Генотип и фенотип

- Съвкупността от проявените белези се нарича фенотип. Фенотипът на индивида се определя от генотипа му и от условията, при които живее.

- Ако алелът на един ген се проявява фенотипно само в хомозиготно състояние, той се нарича рецесивен. Ако алелът се проявява фенотипно и в хомозиготно и в хетерозиготно състояние, той се нарича доминантен.

- Явлението рецесивност и доминантност е открито от Мендел. Когато представя схематично опитите си, Мендел отбелязва доминантния алел на гена с произволно избрана главна буква от латинската азбука (например А), а рецесивния със съответната малка буква (например а).

Монохибридно кръстосване

Същност на монохибридното кръстосване и пример за него

- Кръстосване на родители, които се различават по една или повече двойки белези, се нарича хибридизация.

- Поколението, получено от такова кръстосване, се нарича хибрид. Ако се проследява унаследяването само на един белег, кръстосването се нарича монохибридно.

- За да се представят схематично резултатите от хибридизация, се използват общоприети символи. С латинската буква P (parentis, лат. роди- тели) се означават родителските форми. Поколението, получено при кръстосване, се отбелязва с F (filius, лат. син). С цифров индекс се отбелязва поредността на

поколението: F1, F2 и т. н. Самото кръстосване се означава с „x", а майчиният и бащиният индивиди със символите за женски (♀) и мъжки (♂) пол. Прието е, при схематично представяне на кръстосване, първо да се изписва майчиният индивид.

- Опити на Мендел. Мендел провежда реципрочно кръстосване на две чисти линии грах едната с гладка, а другата с грапава повърхност на семената и проследява унаследяването на белега в поколенията.

- Реципрочни са кръстоските, при които В един опит доминантният белег се внася от майчиния, а рецесивният от бащиния индивид, а в друг опит - обратно.

- В едни от опитите цветовете на растение, получено от грахово семе с гладка повърхност, се опрашват с прашец от растение, получено от грахово семе с грапава повърхност. В други опити цветове на растение, получено от грапаво семе, се опрашват с прашец от растение, получено от гладко семе. И при двата опита всички получени хибриди от F_1 са с гладка повърхност на граховите семена. Резултатът показва, че за фенотипа на потомците няма значение кой алел постъпва с яйцеклетката и кой със спермия (мъжката размножителна клетка при растенията).

Първи закон на Мендел

- Когато Мендел кръстосва чисти линии грах, които се различават по други двойки алтернативни белези (жълти и зелени семена; бели и червени венчелистчета и др.), цялото поколение от F_1 също има еднакъв фенотип (жълти семена или червени венчелистчета); т.е. хибридите от F_1 проявяват само единия вариант на белега - доминантния.

- Тази закономерност е известна като: **<u>Първи закон на Мендел</u>** — закон за еднообразието на индивидите от първото хибридно поколение.

Втори закон на Мендел. Описание и схематично представяне

- При самоопрашване на растенията от F_1 (гладки семена) се получило поколението F2. От общо 7324 семена 5474 били с гладка повърхност, а 1850 с грапава повърхност. При изследването на другите белези се получавали подобни резултати. В поколението F2 индивиди- те се различават по фенотип (белегът се разпада). Преобладават индивидите с доминантния белег (около 3/4 от цялото поколение), а с рецесивния белег са по-малко (около 1/4), т. е. съотношението доминантен: рецесивен белег е 3:1.

- Тази закономерност е известна като: **<u>Втори закон на Мендел</u>** - закон за разпадане на белезите в поколението на хибриди.

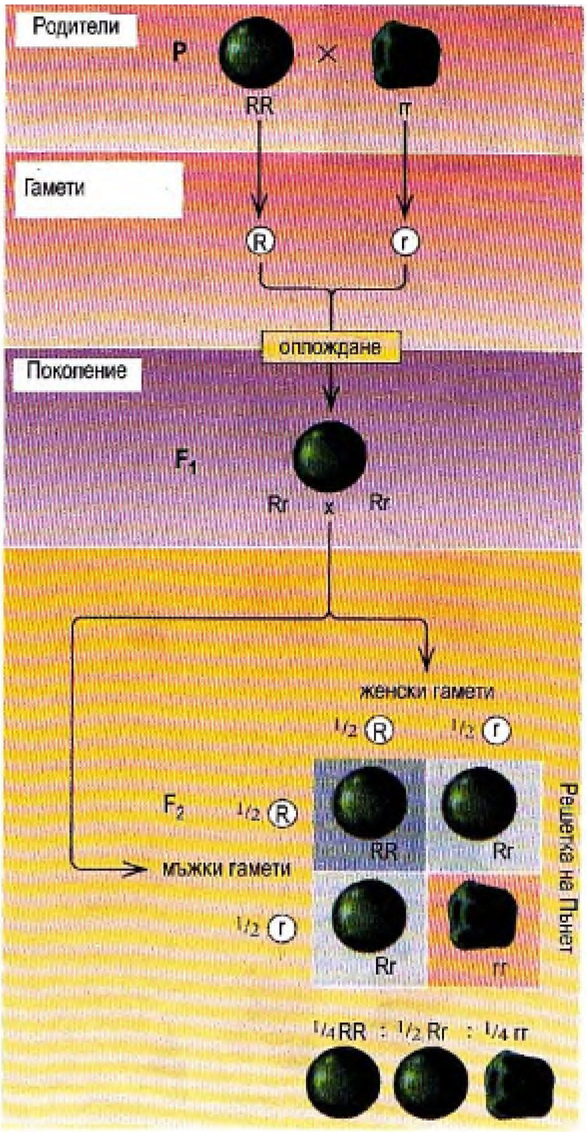
- За да обясни получените резултати, Мендел предполага, че:

- \- всяка полова клетка (гамета) съдържа по един алел от всеки ген (това условие на Мендел сега е известно като правило за чистота на гаметите);

- \- чистите линии образуват еднакви гамети (с еднакви алели);

- \- хибридите образуват различни гамети (с различни алели) в равни количества.

- Нека означим алела за гладка повърхност с R, а за грапава с r. Тогава чистата линия с гладки семена има генотип RR и във всички гамети присъства алелът R, а чистата линия с грапави семена има генотип rr и във всички гамети присъства алелът r. Хибридът от F_1 има генотип Rr и образува два вида гамети с R и r равни количества. При оплождането всеки вид гамета на единия родител има равен шанс да се слее с всеки вид гамета на другия родител. Английският генетик Р. Пънет е предложил лесен начин за изписване на възможните съчетания на гамети, известен като „решетката на Пънет". По вертикала се нанасят алеите в мъжките гамети, а по хоризонтала В женските. В квадратчетата на решетката се вписват съчетанията на алелите в оплодените яйцеклетки (зиготите). Вижда се, че индивидите от F2 имат три различни генотипа: RR, Rr и rr. Индивидите с генотипи RR и Rr имат гладки семена, а индивидите с генотип rr имат грапави семена. Разпадането на белега в F2 по фенотип е в три класа: RR, Rr, rr в съотношение 1:2:1, а по фенотип в два класа: гладки и грапави в съотношение 3:1. Разпадането по фенотип 3:1 показва, че единият алел (доминантен) доминира „пълно" над другия алел (рецесивен).



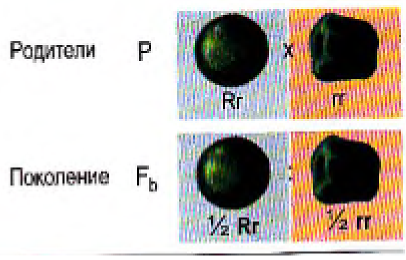
Анализиращо кръстосване и пример за него. Описание и схематично представяне

- При пълно доминиране фенотипът на индивида не показва точно генотипа му. Например семена с фенотип „гладък" могат да имат генотип RR или Rr. Има ли начин да определим генотипа в такива случаи? Да, има чрез т. нар. анализиращо кръстосване.

- Това е кръстосване между индивид с проявен доминантен белег и индивид с проявен рецесивен белег. Индивидът с рецесивния белег се нарича анализатор.

- Ако индивидът с доминантния белег е хетерозиготен, той ще образува два вида гамети в равни количества, а анализаторът само един вид гамети. В поколението половината (1/2) ще са хетерозиготни и ще проявяват доминантния белег, а другата половина ще са хомозиготни по рецесивния алел (т. е. белегът ще се разпадне в два класа в съотношение 1:1). Поколението, получено при анализиращо кръстосване, се отбелязва с Fb, (backcross, англ. възвратно кръстосване).

- Анализиращото кръстосване има значение за селскостопанската практика. То позволява да се откриват хетерозиготни индивиди и ако е необходимо, да не се допуска размножаването им.



Фиг. 2.7. Анализиращо кръстосване

Взаимодействия между алелите на един ген

Алелни взаимодействия. Пълно доминиране

- С развитието на генетиката стана известно, че някои белези се определят от един ген, а други от повече от един ген. Съчетани в генотипа на индивида, алелите на гените, определящи един белег, си взаимодействат. Взаимодействията между гените се разделят в две групи:

- 1. Взаимодействия между алелите на един ген при определяне на един белег. Наричат се алелни взаимодействия. Такива взаимодействия са пълното и непълното доминиране

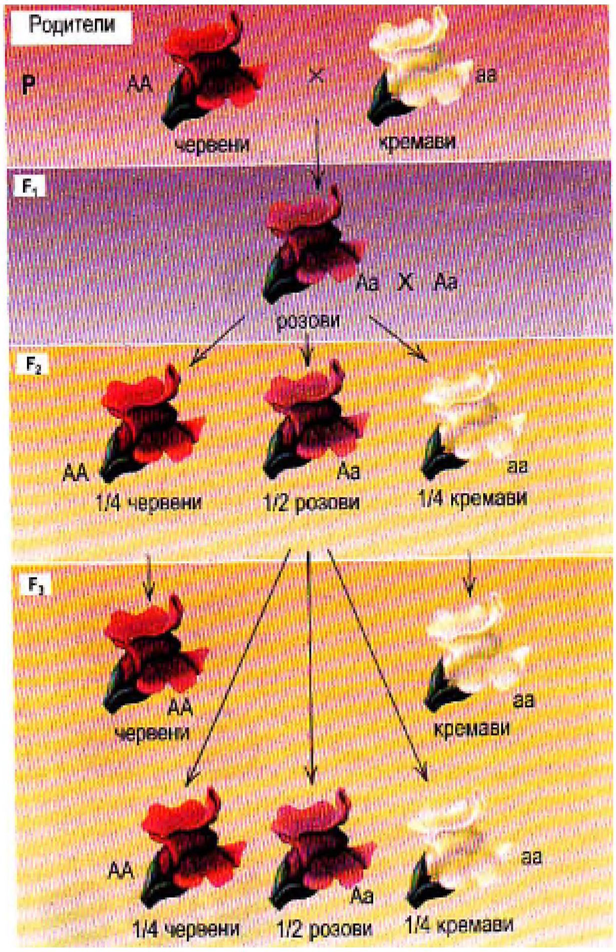
- 2. Взаимодействия между алели на различни гени при определяне на един белег. Наричат се неалелни взаимодействия

Непълно доминиране и пример за него. Описание и схематично представяне

- Непълно доминиране е взаимодействие между алели на един ген, при което в хетерозиготните индивиди белегът се проявява с междинна (средна) стойност.

- Така си взаимодействат алелите на гена, който определя цвета на венчелистчетата при растението лъвска муцунка. То има два сорта единият цъфти с червени цветове, а другият с кремави. Червеният цвят се определя от пигмент антоциан. Единият алел на гена (да го отбележим с А) кодира ензим, който е активен и синтезата на пигмента е възможна. Затова индивиди с генотип АА имат червени цветове. Другият апел (да го отбележим с а) кодира неактивен ензим и синтезата на антоциана е невъзможна; затова индивиди с генотип аа имат кремави цветове. Хетерозиготните индивиди имат розови цветове, защото ензимът частично губи активността си.

- Ако се кръстосат растения с червени и с кремави цветове, всички индивиди от F_1 са с розови цветове. При самоопрашване на хибрида, в F2 има растения с червени, розови и кремави цветове в съотношение 1:2:1.



Кодоминиране и пример за него. Таблица за унаследяване на кръвните групи

- При кодоминиране хетерозиготите проявят и двата белега. Например хетерозиготите с алел А и алел В от кръвногрупова система АВО имат кръвна група АВ. Кръвногрупова система АВО така е пример за множествен алелизъм. Има 3 алела на гена, като 0 е рецесивен спрямо алелите А и В.

Кръвна група (Фенотип)	Генотип	
A	$i^A i$ $i^A i^A$	AA AO
B	$i^B i$ $i^B i^B$	BB BO
AB	$i^A i^B$	AB
O	$i\, i$	OO

Летално действие на алели и пример за него. Описание и схематично представяне

- Взаимодействие между алелите в ХОМОзиготно състояние, което предизвиква понижена жизненост или смърт на индивида, се нарича летално взаимодействие.

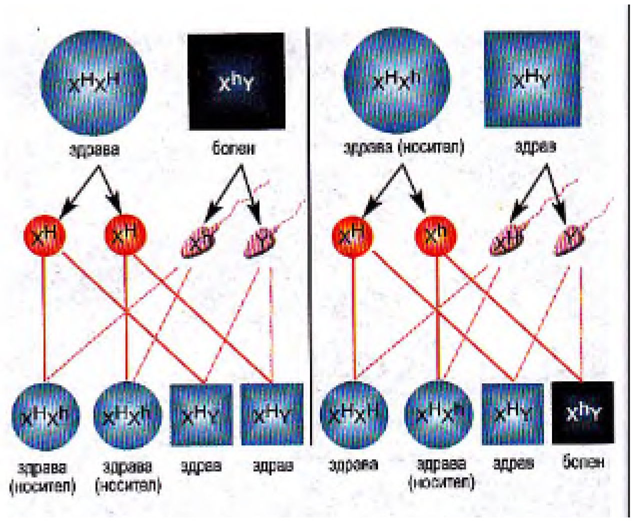
Полово свързано унаследяване. Хемизиготност.

- Рецесивна мутация на ген в Х-хромозома причинява тежкото заболяване хемофилия (неспособност да се съсирва кръвта). От това заболяване страдат само мъже, защото те са хемизиготни по мутацията. В хомозиготно състояние мутацията е летална. Могат да живеят само хетерозиготни жени - наричат се здрави носители. Те могат да имат болни синове . Рецесивна мутация на ген в Х-хромозома е причина и за далтонизма (цветна слепота). Тази мутация не е летална, от нея страдат и мъже, и жени.

Примери за хемофилия и далтонизъм и схеми за тях

- Хемофилията се унаследява скачено с пола. Генът за съсирване на кръвта се намира на Х-хромозомата. Алелът, който води до заболяването е рецесивен.

- Друго състояние, което се унаследява рецесивно, скачено с Х хромозомата е цветната слепота (Далтонизъм).



Дихибридно кръстосване

Дихибридно кръстосване и пример за него. Описание и схематично представяне

- Кръстосване, при което се проследява едновременното унаследяване на два белега, се нарича дихибридно, а на повече от два белега полихибридно. Получените хибриди се наричат дихибриди или полихибриди.

- Дихибридно кръстосване. Мендел проследява едновременното унаследяване на два белега на граховите семена цвят (жълт или зелен) и повърхност (гладка или грапава). Той използва чисти линии грахови растения едната с жълти и гладки семена, а другата със зелени и грапави. В първото хибридно поколение (F1) всички семена са жълти и гладки (Първи закон на Мендел). Следователно алелът за жълт цвят е доминантен да го отбележим су, а алелът за зелен цвят е рецесивен (у); алелът за гладка повърхност (R) е доминантен, а за грапава повърхност (г) е рецесивен. Генотипът на чистите линии е YYRR (жълти-гладки) и уугг (зелени-грапави). В гаметите на родителите ще има по един алел от двата гена YR и уг. След опрашването гаметите се сливат и се образуват зиготи с генотип YyRr. От тях ще се развие поколението F_1 с жълти и гладки семена. Хибридни- те индивиди ще образуват 4 различни вида гамети: YR, Yг, yR, уг. Вероятността за образуване- то на всеки един вид гамета е 25%. При случайното сливане на гамети се образуват зиготи, от които се развива поколението F2. От решетката на Пънет се вижда, че в F2 белезите се разпадат (Втори закон на Мендел) в 4 фенотипни класа: жълти и гладки, жълти и грапави, зелени и гладки, и зелени и грапави семена.

- От всички семена:
- - 9/16 са жълти и гладки. В генотипа си те имат доминантните алели на двата гена в хомо- или хетерозиготно състояние: YYRR (1/16)+ YyRR (2/16) + YYRr (2/16) + YyRr (4/16). Гено- типът им може да се представи с обща формула: Y-R-.

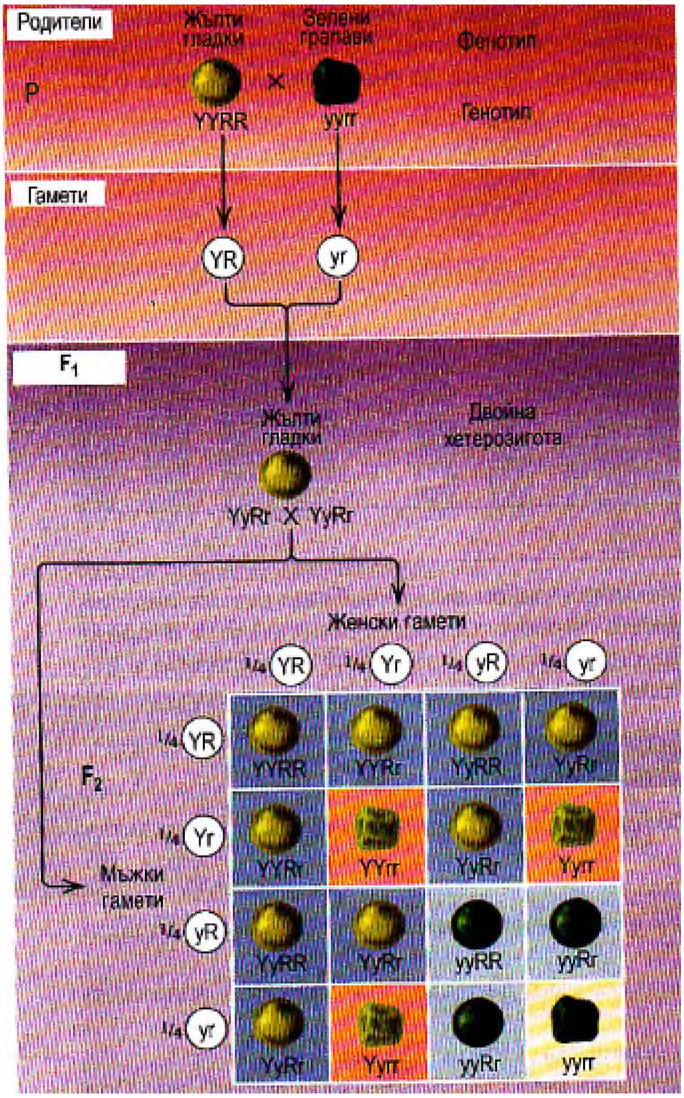
- 3/16 са жълти и грапави. В генотипа си те имат доминантния алел на гена за цвят в хомо- или хетерозиготно състояние и са хомозиготни по рецесивния алел за

повърхност: YYгт (1/16) + Yyг (2/16). Генотипът им може да се представи с обща формула: Y-гг.

- - 3/16 са зелени и гладки. Те са хомозиготни по рецесивния алел за цвят и имат доминантния алел за повърхност в хомо- или хетерозиготно състояние: yyRR (1/16) + yyRr (2/16). Генотипът им може да се представи с обща формула: yyR-. 1/16 са зелени и грапави. Те са хомозиготни по рецесивните алели на двата гена: yyгг.

- Следователно разпадането в F2 по фенотип е 9/16 (Y-R-): 3/16 (Y-rr): 3/16 (yyR-): 1/16 (yyгг).

- Появата на нови комбинации от белези при хибридизация се нарича комбинативна изменчивост.



Трети закон на Мендел

- От решетката на Пънет се вижда, че 12/16 от семената са жълти, а 4/16 са зелени, т. е. разпадането е в съотношение 12:4 (или 3:1). В същите съотношения

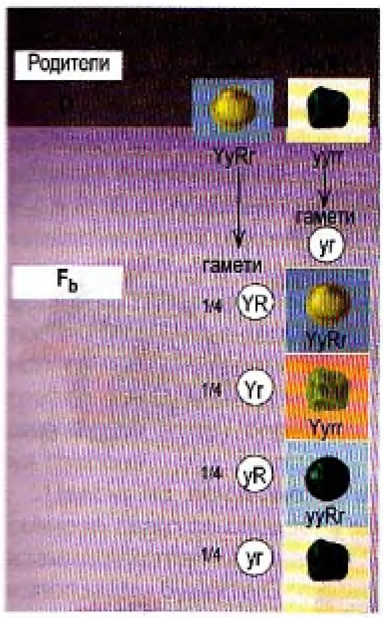
се разпада и другият бе- лег: 12/16 от семената са гладки, а 4/16 са грапави (12:4 или 3:1). Следователно двете алелни двойки се унаследяват независимо една от друга. Затова дихибридното кръстосване може да се разглежда като две независими монохибрид- ни кръстосвания.

- Тази закономерност е известна като: <u>**Трети закон на Мендел**</u> - закон за независимото унаследяване на белезите. Този закон е в сила само когато гените, определящи различните белези, са разположени в различни, нехомоложни хромозоми.

- Вследствие от третия закон, при дихибридно кръстосване количественото съотношение между фенотипните класове в F2 може да се представи като произведение от разпадането по фенотип на двата белега поотделно: (3:1) x (3:1) = 9:3:3:1.

Пример за анализиращо дихибридно кръстосване. Описание и схематично представяне

- Независимото унаследяване на белезите Мендел е доказал с анализиращо кръстосване на индивидите от F_1. Те са с генотип YyRr, а анализаторът е с генотип yyrr). Индивидите от F_1 образуват четири различни вида гамети (YR, Yr, yR, и yr) с еднаква вероятност (25%), а анализаторът само един вид yr. В поколението ще има четири различни фенотипа: жълти и гладки, жълти и грапави, зелени и гладки, зепе- ни и грапави семена в съотношение 1:1:1:1.



Фиг. 2.11. Анализиращо кръстосване на дихибрид

Скаченост на гените и кросинговър. Описание и схематично представяне

- В началото на XX век са установени много факти във връзка с устройството и състава на клетъчното ядро и деленето на клетката. Съпоставени с преоткритите Менделови закономерности, те служат за основа на хромозомната теория за наследствеността. Според нея гените се намират в хромозомите и се предават от майчината клетка в дъщерните съобразно начина на клетъчното делене (митотично или мейотично).

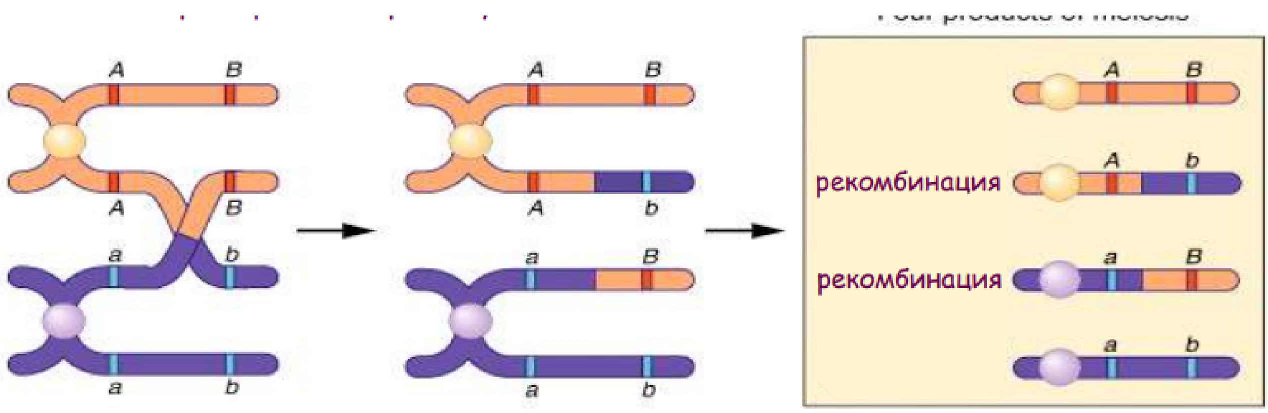
- Броят на хромозомите в ядрата на соматичните клетки не е голям (обикновено няколко десетки), а броят на гените, характерни за всеки вид - десетки хиляди. Следователно в една хромозома се намира повече от един ген. Гени, разположени в една хромозома, се наричат скачени гени. При мейотичното делене хромозомите на майчината клетка се комбинират случайно в дъщерните и следователно случайно се комбинират и скачените в тях гени. При оплождането се съчетават хромозомите на майчиния и бащиния индивиди и се формира диплоидният набор хромозоми, типичен за вида. От това следва, че скачеността на гените нарушава независимото унаследяване на Белезите (трети закон на Мендел).

- При дихибридно кръстосване, ако двата гена се намират в различни (нехомоложни) хромозоми, те ще се унаследят независимо един от друг. Дихибридът ще образува 4 различни вида гамети в равни количества и при анализиращо кръстосване ще се получи разпадане 1:1:1:1. Ако двата гена се намират в една хромозома, резултатите ще са други.

- Морган провежда Дихибридно кръстосване, като кръстосва две линии дрозофили едната със сиво тяло и развити крила, а другата с черно тяло и закърнели крила. В F_1 всички мухи са със сиво тяло и развити крила (доминантни белези в съответствие с първия закон на Мендел). В F2 белезите се разпадат (в съответствие с втория закон на Мендел), но се получават два фенотипни класа в съотношение 3:1. 3/4 от поколението са със сиво тяло и развити крила, а 1/4 са с черно тяло и закърнели крила. Резултатите показват, че гените за цвят на тяло и крила са скачени, т. е. разположени са в една хромозома и се наследяват заедно.

- Морган доказва скачеността на двата гена с анализиращо кръстосване на индивиди от F1- Алелът за черен цвят на тялото (black) е рецеси- вен (b), а алелът за сив цвят е доминантен (b+). Алелът за закърнели крила (vestigial) е рецесивен (vg), а за развити крила е доминантен (vg+). При анализиращо кръстосване на мъжка муха от F_1 (генотип b*b vg+vg) с анализатор женска муха (генотип bb vgvg) в F_1 се получават два фенотипни класа в съотношение 1:1 (50% от индивидите са със сиво тяло и развити крила и 50% с черно тяло и закърнели крила). Това доказва, че дихетерозиготният мъжки индивид образува не четири, а само два типа гамети (bvg и btvg+) в равни количества, т. е. двата гена са скачени.

- При анализиращо кръстосване на женска муха от F_1 с анализатор мъжка муха, в Гъ се получават четири фенотипни класа, но не в еднакви количества: 41,5% от индивидите са със сиво тяло и развити крила; 41,5% с черно тяло и закърнели крила; 8,5% със сиво тяло и закърнели крила; 8,5% с черно тяло и развити крила. Резултатът показва, че дихетерозиготната женска муха е образувала 4 типа гамети в нееднакви количества. Преобладават гаметите с алели bvg и btvg+ общо 83% (по 41,5% всяка). В по-малко количество са гаметите с алели bvg+ и btvg - общо 17% (по 8,5% вся- ка). Морган обяснява образуването им с кросинговър, протичащ по време на мейотичното делене.



Честота на кросинговъра и генетични карти

- Кросинговър се нарича обмяната на съответни участъци между несестрински хроматиди на хомоложни хромозоми, събрани в бивалент.

- Резултатът показва, че при женските индивиди скачването между гените за цвят на тяло и развитието на крила не е пълно.

- Гамети с хромозоми, претърпели кросинговър, се наричат кросовърни. Със същото име се наричат и индивидите, които се развиват от такива гамети. Индивиди, които се развиват от гамети с хромозоми, не претърпели кросинговър, приличат на родителите и се наричат родителски тип.

- Родителският тип индивиди винаги преобладават количествено над кро- совърните индивиди.

- В конкретния случай родителският тип индивиди са 83%, а кросовърните индивиди са 17%.

- Количеството на кросовърните индивиди зависи от вероятността за протичане на кросинговър. При постоянни условия (храна, температура и др.) честотата на кросинговъра е постоянна величина и зависи от разстоянието между двата гена.

- Непълното скачване на ге- ни позволява да се определи последователността на гените в една хромозома, както и разстоянието между тях.

- Разстоянието между гените в една хромозома се измерва в единица, наречена морга- нид (М). Разстоянието между два гена е един морганид, ако вероятността за протичане на кросинговър между тях е 1%.

- Всеки ген има точно определено място в хромозомата, наречено локус. Схематично представени, покусите в една хромозома представлява генетичната карта на хромозомата.

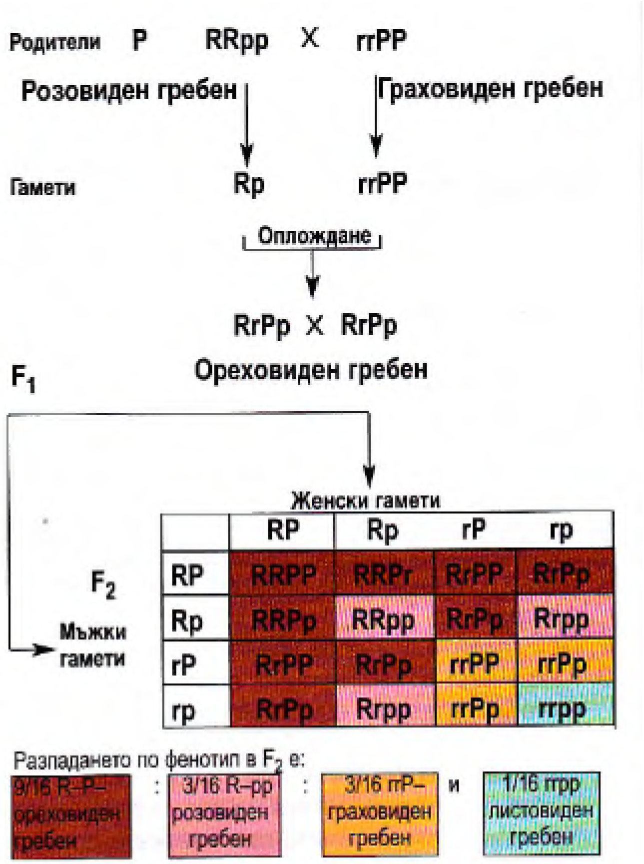
- Биологичното значение на кросинговъра се изразява в получаването на нови комбинации от алели на гени. Това е предпоставка за комбинативна изменчивост, която увеличава приспособителните възможности на индивидите.

Взаимодействия между алелите на различни гени

Комплементарно взаимодействие между гените и пример за гребените на кокошките. Описание и схематично представяне

- Комплементарно е взаимодействието, при което доминантните алели на два неалелни гена (8 хомо- или хетеро- зиготно състояние), съчетани в един генотип, определят фенотип, различен от фенотипите, които двата доминантни алела определят поотделно.

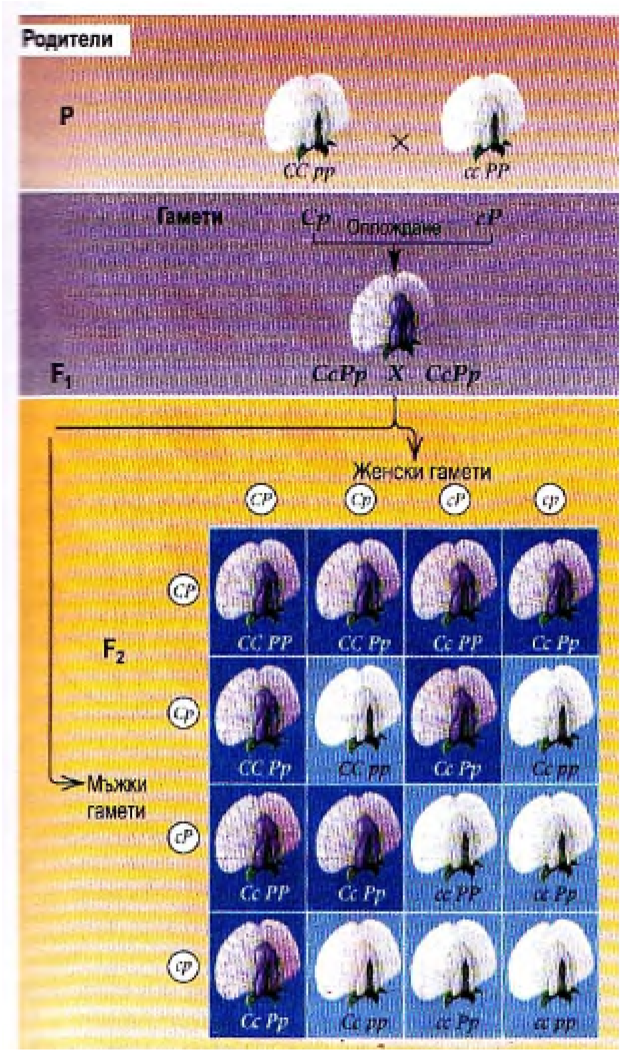
- Формата на гребена на кокошката се определя от два гена, които си взаимодействат комплементарно. Известни са четири различни форми на гребена розовидна, граховидна, листовидна (проста форма) и ореховидна . При кръстосване на чиста линия кокошка с розовиден гребен с петел с граховиден гребен всички индивиди от F_1 имат ореховидна форма на гребена. При кръстосване на индивидите от F1, в F2 има птици с ореховиден, розовиден, граховиден и листовиден гребен в съотношение 9:3:3:1. Наличието на четири фенотипни класа и количественото съотношение между тях е доказателство, че формата на гребена при кокошки се определя от два гена. Да приемем, че доминантният алел R, в отсъствието на доминантния алел P, определя розовидна форма на гребена (RRpp); а доминантният алел P в отсъствието на доминантния алел R определя граховидна форма на гребена (ггPP). В индивидите от F_1 двата доминантни алела си взаимодействат комплементарно (допълващо се) и определят ореховидна форма на гребена (RrPp). В F2. в 9/16 от поколението са съчетани двата до- минантни алела (в хомо- или хетерозиготно състояние) (R-P-) и индивидите са с ореховидна форма на гребена. 3/16 от поколението имат генотип R-pp и са с розовиден гребен. 3/16 от поколението са с генотип ггP и са с граховиден гребен. Съчетанието на рецесивните алели на двата гена (ггpp) определя листовидна форма на гребена.



Комплементарно взаимодействие между гените и пример за сладкия грах. Описание и схематично представяне

- Цветът на венчелистчетата на миризливото секирче също се определя от два гена, които си взаимодействат комплементарно. Да използваме буквите С (с) и Р (р) за означение на двата гена. Доминантните алели на двата гена поотделно (С-рр) и (ссР-), както и рецесивните алели (ссрр) не водят до образуването на пигменти венчелистчетата са бели. Съчетаването на двата доминантни алела (С-Р-) води до образуване на червен пигмент. При кръстосване на два сорта миризпиво секирче с бели цветове (ССрр) и (ссРР) в F_1 всички имат пурпурни цветове (ССРр). При самоопрашване в F2 белегът се разпада в два фенотипни класа пурпурни и бе- пи в съотношение 9:7. 9/16 от F2 са с генотип (С-Р-) и имат пурпурни цветове; 3/16 са с генотип (С-рр), 3/16 са с генотип (ссР-) и 1/16 са с генотип (ссрр) и всички имат бели цветове. Съотношението 9:3:3:1 е модифицирано в 9:7 [9+ +(3+3+1)] и показва, че белегът се определя не от един, а от два гена. Предполага се, че в образуването на пигмента участват два компонента - 1 и 2. Доминантният алел С „отговаря" за синтеза на компонент 1, а доминантният алел Р - на компонент 2. Следователно пурпурното оцветяване е резултат от взаимодействието на доминантни алели на двата гена, събрани в един генотип.

- При комплементарно взаимодействие на два гена в F_1 индивидите винаги имат нов фенотип, различен от фенотипа на родителите. В F2 нови- ят фенотип е характерен за 9/16 от поколението. Броят и съотношението на останалите фенотипни класове зависи от фенотипа, които определят двата доминантни алела, когато са поотделно в генотипите.



Епистатично взаимодействие между гените и пример за цвета на игликата. Описание и схематично представяне

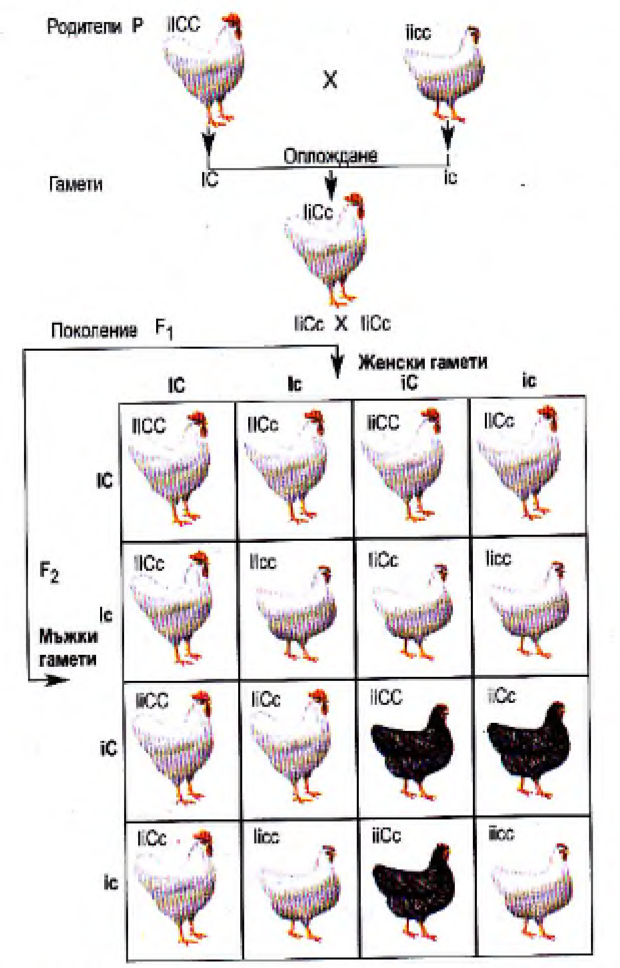
- Взаимодействие, при което един ген потиска фенотипната изява на друг ген, се нарича епистатично.

- Ген, който потиска друг ген, се нарича епистатичен или инхибитор и се отбелязва с 1. Епистатичното взаимодействие (епистазата) е два вида - доминантно и рецесивно.

- Доминантна епистаза. Когато доминантният алел | в хомо или в хетерозиготно състояние потиска апелите на друг ген, епистатичното взаимодействие е доминантно. В F2 белегът се разпада в два фенотипни класа в съотношение 13:3. Така се определя белегът цвят на перата при кокошки, цвят на луковицата на лука и др.

- При кръстосване на кокошки и петли от различни породи с бели пера, хибридите от F_1 са с бели пера, а в F2 освен птици с бели пера (13/16 от поколението) има и птици с черни пера (3/16 от поколението). Птиците с черни пера показват, че в генотипа на едната от породите има алел на ген, който определя синтеза на черен пигмент (да го отбележим с C). Въпреки това породата е с бели пера,

защото в генотипа присъства и епистатичният алел 1 (IICC). Белият цвят на перата на другата порода се дължи на рецесивния алел с, който не определя синтеза на пигмент и рецесивния алел і, който няма епистатичен ефект (iicc). В F2 индивидите с генотип 1-C (9/16), I-cc (3/16) и iicc (1/16) ще имат бели пера, а индивидите с генотип iiC- (3/16) ще имат черни пера.



Фиг. 2.14. Унаследяване цвета на оперението при кокошки

Полимерно взаимодействие между гените и пример за цвета на кожата. Описание и схематично представяне

- Взаимодействие, при което алелите на два (или повече) гена влияят по един и същ начин на един белег, се нарича полимерно. Гените се наричат полимерни.

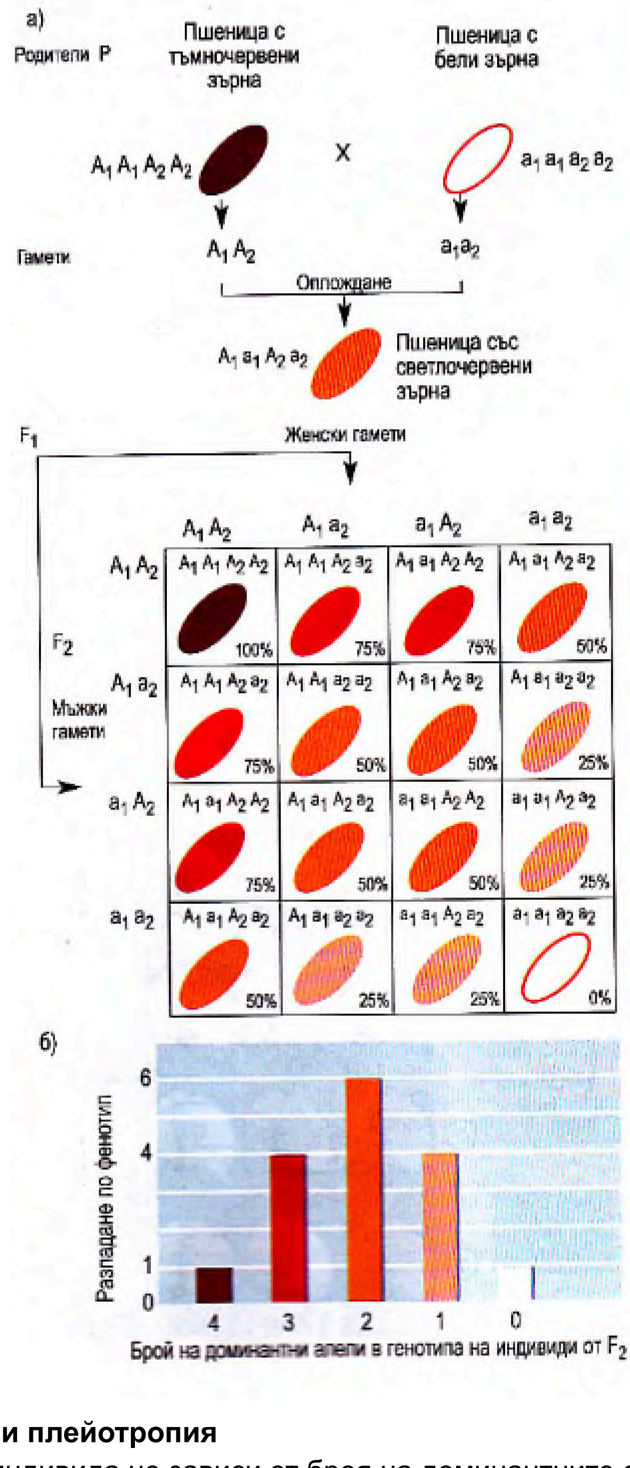
- Полимерните гени се отбелязват с една и съща буква, но с различен индекс например A_1. A1, A2, A2 и т. н. Полимерното взаимодействие е два вида кумулативна и некумулативна полимерия.

- Кумулативна полимерия. Когато степента на изява на белега зависи от броя на доминантните алели в генотипа на индивида, полимерия- та се нарича кумулативна (с натрупване). Така се унаследяват количествените белези ръст, пигментация на кожата при човека, дължина на вълната при овцете, интензивност на оцветяването на зърната при пшеницата и др.

- При кръстосване на два сорта пшеница единия с тъмночервени зърна и генотип A,A1A2A2 (100% интензивност на оцветяване), а другия с бели зърна с генотип a1a1a2a2 (0% интензивност на оцветяването), в F_1 всички зърна имат 50% интензивност на оцветяването, а гено- типът е Ата Ага2. В F2 белегът се разпада, като 15/16 от индивидите имат различно интензивно оцветени зърна, а 1/16 от поколението е с бели зърна.

- При анализ на решетката на Пънет се вижда, че: 1/16 от поколението има 4 доминантни алели в генотипа си и 100% интензивност на оцветяването; 4/16 имат 3 доминантни и 1 рецесивен алел и 75% интензивност на оцветяването; 6/16 имат 2 доминантни и 2 рецесивни алела и 50% интензивност на оцветяването и 4/16 имат 1 доминантен и 3 рецесивни алела и 25% интензивност на оцветяването на зърната (общо 15/16). В 1/16 от поколението няма доминантни алели в генотипа и зърната са безцветни 0% интензивност на оцветяването. Резултатът показва, че всеки доминантен алел в генотипа увеличава степента на

изява на белега с 25%. Разпадането по фенотип в F2 е в пет фенотипни класа в



съотношение 1:4:6:4:1

Некумулативна полимерия и плейотропия

- Когато фенотипът на индивида не зависи от броя на доминантните алели в генотипа, полимерията се нарича некумулативна. Така се унаследяват качествени белези формата на плода на овчарската торбичка, наличието на пера по краката на кокошките и др.

- Кокошките и петлите обикновено нямат пера по краката, но има породи с оперение на краката. При кръстосване на породи с пера (A1A1A2A2) и без пера по краката (a1a1a2a2), в F_1 всички птици имат пера по краката си (A1a1 A2a2)

- При кръстосване на хибридите, в F_2 белегът се разпада в два фенотипни класа в съотношение 15:1. 15/16 от поколението имат пера по краката и 1/16 - нямат. Всички индивиди от F2, които имат 1, 2, 3 или 4 доминантни алела в генотипа си, имат пера по краката (общо 15/16 от поколението), а индивидите, които нямат доминантни алели в генотипа си (1/16 от поколението), нямат пера по краката.

- Способността на даден ген да обезпечи развитието на няколко признака се нарича плейотропия. Голяма част от гените, освен че обуславят един признак (основно действие), чрез първичните си продукти влияят върху развитието на редица други признаци

Генотипна изменчивост

Генни мутации

- Генните мутации най-често са резултат от промяна в нуклеотидната последователност на гена. Резултат от тях е възникването на различните алели на даден ген. В хаплоидните организми (бактериите) генните мутации веднага се проявяват фенотипно. В диплоидните, ако мутацията е рецесивна, може да оста-не много поколения „скрита" в хетерозиготно състояние.

- Генните мутации не могат да се наблюдават със светлинен микроскоп. За възникването им можем да съдим само по тяхната проява.

Структурни хромозомни мутации

- Под действието на мутагенните фактори от хромозомите може да се отделят фрагменти. Фрагментът е откъсната от хромозомата част, която няма центромер.

- Хромозомните мутации са два вида вътрехромозомни и междухромозомни. Вътрехромозомни са мутациите, които засягат една хромозома или хромозоми от една хомоложна двойка. Междухромозомни са мутациите, които засягат две хромозоми от различни хомоложни двойки (нехомоложни хромозоми).

- В зависимост от „съдбата" на фрагмента, вътре хромозомните мутации са: делеция, дупликация и инверсия.

- Делецията е Вътрехромозомна мутация, при която се губи фрагмент от хромозома.

- Тъй като фрагментът няма центромер, той не може да се залови за нишките на делителното вретено и при делене на клетката се губи. Резултатът от делецията е скъсяване на хромозомата и загуба на наследствена информация. Фенотипната промяна от мутацията зависи от големината на фрагмента и гените, които са разположени в него. Делецията може да е вътрешна и терминална (крайна).

- Вътрешните делеции са резултат от две разкъсвания, при което се отделя фрагментът, и едно сливане. Терминалните делеции са резултат само от едно разкъсване.

- Дупликацията е Вътрехромозомна мутация, при която фрагмент е повторено два или повече пъти в хромозомата.

- Резултатът от дупликацията е удължаване на хромозомата и увеличаване броя на гените в нея. Фенотипната проява на мутацията (също както и при делецията) зависи от големината на фрагмента и гените в него. Обикновено големите дупликации намаляват жизнеността и плодовитостта на индивидите. Този вид хромозомни мутации са често срещани при човек, мишки, царевица, плесенна гъба.

- Инверсията е вътрехромозомна мутация, при която фрагмент не се губи, а само се завърта на 180°.

- Резултатът от инверсията е промяна в последователността на гените в хромозомата. Инверсията може да промени морфологията на хромозомата, ако обърнатият участък включва центромера. Ако обърнатият участък е само част от рамото на хромозомата, морфологията ѝ не се променя. Инверсиите намаляват размножителните възможности на индивида, защото хромозомите от хомоложната двойка вече не са напълно идентични по дължината си. Това нарушава образуването на биваленти и правилното протичане на мейозата. Често наблюдавана и добре проучена междухромозомна мутация е транслокацията.

- Транслокацията е междухромозомна мутация, при която се обменят фрагменти между нехомоложни хромозоми.

- В едни от транслокациите фрагмент от една хромозома се пренася върху друга нехомоложна хромозома. В други случаи - две нехомоложни хромозоми си разменят фрагменти.

- Резултатът от транслокацията е промяна в групите на скачване на гените в нехомоложни хромозоми. Транслокациите нарушават правил- ното протичане на мейозата и намаляват размножителните възможности на индивида. Установено е, че много от туморните заболявания при човека са следствие от транслокации.

Бройни хромозомни мутации. Полиплоидия

- Геном е съвкупността от гени в диплоидния набор хромозоми. Геномът е Видово специфичен.

- Геномните мутации са два вида полиплоидия и анеуплоидия.

- Полиплоидията е геномна мутация, при която броят на хромозомите е увеличен с един или повече хаплоидни хромозомни набора. Причина за тази мутация е разрушаването на делителното вретено. При митотично делене сестринските хроматиди не се разделят и клетката остава с удвоен хромозомен набор. В ядрото на такава клетка вместо 2п има 4n хро- мозомен набор. Ако делението е мейотично, вместо хаплоидни гамети се образуват диплоидни. При оплождане на диплоидна гамета с нормална хаплоидна гамета ще се образува зигота с три хаплоидни набора (3п). От нея ще се развие ин- дивид, наречен триплоид. При

сливане на две диплоидни гамети ще се образува зигота с четири хаплоидни набора (4п), от която ще се развие индивид, наречен тетраплоид.

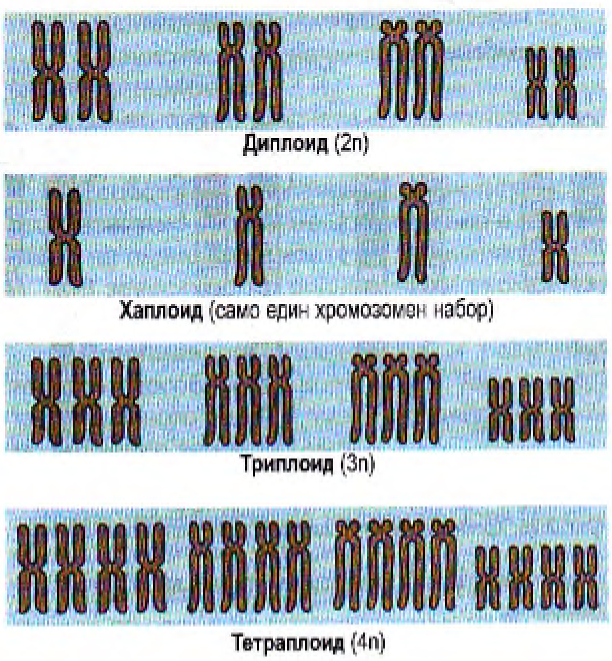
- При растенията полиплоидията е два вида автополиплоидия и алополиплоидия. При автополиплоидите хаплоидният хромозомен набор на един вид се повтаря няколко пъти. Чрез изкуствено предизвикана автополиплоидия са получени високодобивни сортове растения.

- При алополиплоидията хаплоидните хромо- зомни набори на два вида се повтарят по два пъти. Така се получават междувидови хибриди, които имат ценни стопански качества (тютюн, памук, захарна тръстика, слива, хлебна пшеница, картофи, банан, кафе и др.).

- За животните полиплоидията е летална или полулетална мутация. Предполага се, че причината е в нарушаване на унаследяването на пола. Жизнеспособни полиплоидни форми се срещат при някои риби и земноводни.

Схема за образуване на тетраплоид

Фиг. 2. 27. Полиплоидни мутации



Анеуплоидия

- Анеуплоидията е геномна мутация, при която броят на хромозомите е променен от загуба или добавяне на отделни хромозоми от хромозомния набор. Причинява се от неразделяне на хромозомите от отделни биваленти през анафаза 1, или неразделяне на някои хроматиди през анафаза II на мейозата. Резултатът е образуване на гамети с нарушен хаплоиден хромозомен набор. Например, ако не се разделят хромозомите от един бивалент, ще се образуват два вида гамети с (n + 1) и с (п- 1) хромозоми. В зависимост от това какви гамети участват в оплождането, се получават различни типове анеуплоиди. Често срещани са монозомиците, тризомиците и тетразомиците

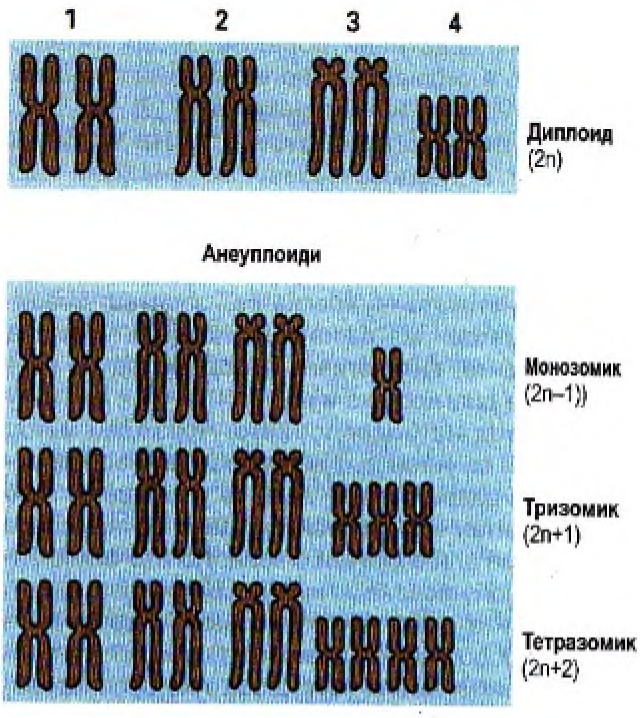
- Монозомици (монозомия). Получават се,когато нормална гамета се оплоди от гамета с (n - 1) хромозоми. От зиготата се развива индивид с хромозомен набор 2п – 1.

- Тризомици (тризомия). Получават се, когато нормална гамета се оплоди от гамета с (n + 1) хромозоми. От зиготата се развива индивид с хромозомен набор 2n + 1.

- Тетразомици (тетразомия). Получават се при сливането на две гамети с (п + 1) хромозоми, в които една и съща хромозома е удвоена. От зиготата се развива индивид с хромозомен набор 2n + 2.
-
- Случайно възникналите в природата мутации се наричат спонтанни, а предизвиканите цепе- насочено от човека индуцирани. Радиоактивното замърсяване на средите на живот е причина за възникването на мутации и при човека. В повечето случаи те са причина за тежки заболявания, стерилитет, а в някои случаи са летални ипи полулетални.

Схема за механизъм на анеуплоидията

Фиг. 2.29. Анеуплоидни мутации



Генетика на пола при човека

Хромозомен механизъм за определяне на пола и схема за него

- Детерминирането (определянето) на пола на индивида се определя от група гени, разположени в хромозоми, наречени по- лови. Половите хромозоми са две едната се отбелязва с X (X-хромозома) а другата с Y (Y- хромозома).

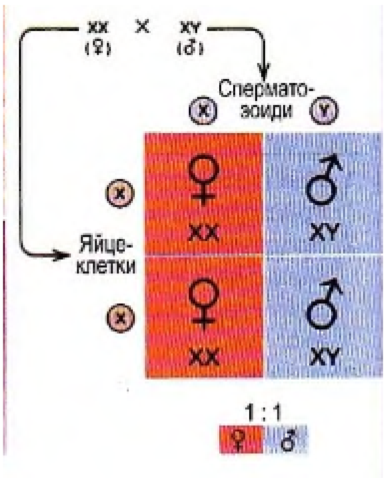
- В соматичните клетки на женските индивиди (при повечето животни: всички насекоми, с изключение на пеперудите, повечето риби и всички бозайници) има две X-хромозоми (XX), а в соматичните клетки на мъжките индивиди има една X и една Y хромозома (XY). X- и У-хромозомите не са хомоложни.

- Яйцеклетките съдържат една и съща полова хромозома X-хромозома. Затова женският пол се нарича хомогаметен. Сперматозоидите са два вида. Единият съдържа X-хромозома, а другият - У-хромозома. Затова мъжкият пол се нарича хетерогаметен (образува сперматозо- иди с различни полови хромозоми в равни количества).

- При оплождане на яйцеклетка със сперма- тозоид с X-хромозома се образува зигота с XX- хромозоми и се развива женски индивид. При оплождане на яйцеклетка със сперматозоид, носещ У-хромозома, се образува зигота с XY-хромозоми и се развива мъжки индивид.

- Например винената мушица род Дрозофила, има диплоиден набор хромозоми 2n = 8 (три хомоложни двойки автозоми (А) и две полови хромозоми). Женските индивиди имат 6А + XX, а мъжките БА+ XY хромозоми. Яйцеклетките съдържат ЗА + X хромозоми, а сперматозоидите са два вида: с ЗА + X и с ЗА + Y хромозоми в равни съотношения. След оплождането от зиготата се развива мъжки или женски индивид в зависимост от поповата хромозома в сперматозоида.

- При човека полът се унаследява по същия начин. Жените имат 44А + XX хромозоми, а мъжете 44А + XY. Яйцеклетките съдържат 22А + X хромозоми; сперматозоидите са два вида 22А + X хромозоми и 22А + Y.



Унаследяване, свързано с пола и ограничено от пола

- Томас Морган е генетикът, който е проверил дали закономерностите, установени от Мендел, са валидни и за животинските видове. При опитите си той използва чисти линии мухи от род Дрозофила.

- В някои от опитите Морган получава отклонения от законите на Мендел. Той обяснява резулта тите, като приема, че в Х-хромозомата, освен гени, които определят пола, има и гени, определящи други белези, а в У-хромозомата няма такива гени. При оплождането алелите на тези гени се наследяват заедно с половата Х-хромозома.

- Белези, определени от гени, които са разположени в половите хромозоми, се наричат скачени (свързани) с пола.

- Две чисти линии дрозофили се различават по цвета на очите едната с червени, а другата с бели очи . При кръстосване на женски мухи с червени очи с мъжки с бели очи в F1 всички мухи имат червени очи (първи закон на Мендел). Резултатът показва, че алелът за червен цвят (w+) доминира над алела за бял цвят (w). В F_2 белегът се разпада в два фенотипни класа червени и бели, в съотношение 3:1 (втори закон на Мендел). Особеното в получените резултати е, че всички мухи с бели очи са мъжки. При кръстосване на чисти линии женски мухи с бели очи с мъжки с червени очи, в F_1 белегът се разпада в съотношение 1:1 (отклонение от първи закон на Мендел). Всички женски мухи са с червени очи (фенотипа на „бащата"), а всички мъжки са с бели очи (фенотипа на майката").

- Унаследяване, при което белегът на майката се предава на синовете, а белегът на бащата на дъщерите, се нарича унаследяване на кръст.

- В F_2 белегът цвят на очите отново се разпада в два фенотипни класа в съотношение 1:1. Половината от женските мухи са с червени очи, а другата половина с бели. При мъжките мухи също 1/2 са с червени очи и 1/2 са с бели.

- Индивидите от мъжки пол винаги получават алелите на скачените с Х-хромозома гени само от майка си. Затова унаследяването на кръст се реализира само когато рецесивният алел се внася от хомогаметния пол. За гени, скачени с Х-хромозома, женските индивиди са хомо или хетерозиготни, докато мъжките индивиди имат само един апел (доминантен или рецесивен).

- Диплоиден индивид, който има само един алел на даден ген, се нарича хемизиготен.

- Скачени с пола гени са установени при много животни и човек. При човека в Х-хромозома- та са разположени гените, определящи съсирването на кръвта и цветното виждане.

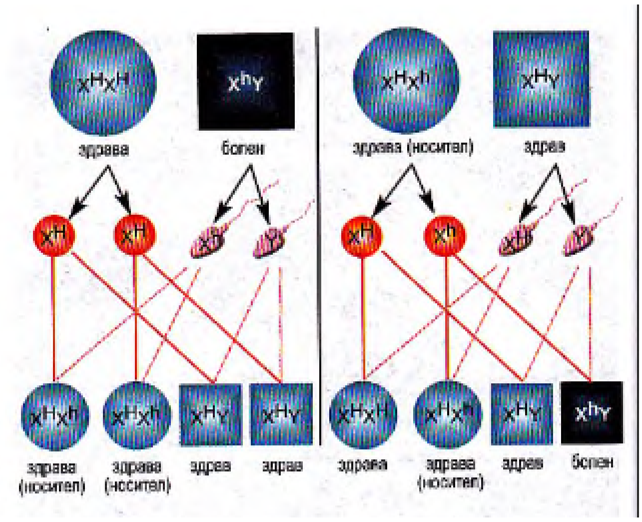
Аномалии, дължащи се на генни мутации в половите хромозоми. Схема за унаследяване на белези, свързани с пола

- Рецесивна мутация на ген в Х-хромозома причинява тежкото заболяване хемофилия (неспособност да се съсирва кръвта). От това заболяване страдат само мъже, защото те са хемизиготни по мутацията. В хомозиготно състояние мутацията е летална. Могат да живеят само хетерозиготни жени - наричат се здрави носители. Те могат да имат болни синове . Рецесивна мутация на ген в Х-хромозома е причина и за далтонизма (цветна слепота). Тази мутация не е летална, от нея страдат и мъже, и жени.

Примери за хемофилия и далтонизъм и схеми за тях

- Хемофилията се унаследява скачено с пола. Генът за съсирване на кръвта се намира на Х-хромозомата. Алелът, който води до заболяването е рецесивен.

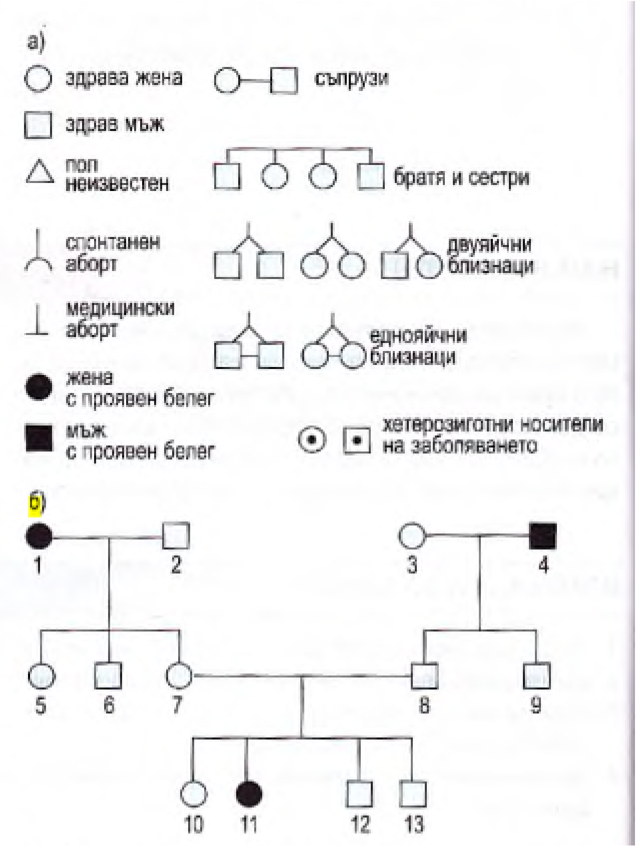
- Друго състояние, което се унаследява рецесивно, скачено с Х хромозомата е цветната слепота (Далтонизъм).



Методи за генетични изследвания при човека

Символи за построяване на родословно дърво и примерно родословно дърво

- Чрез този метод може да се установят особености в унаследяването на даден белег дали се унаследява като доминантен или рецесивен; дали се намира в автозома или е скачен с пола. Когато фамилията е многочислена и има добра родова памет, методът е особено ефикасен. Построява се т. нар. родословно дърво, като се използват общоприети символи. Ако проследяваният белег се проявява във всяко поколение. той е доминантен, ако се проявява само при мъжете във фамилията белегът е скачен с пола.



Метод на близнаците и популационен метод

- С този метод може да се определи кои белези при човека имат норма на реакция. За целта близнаците се сравняват по фенотип. Методът е приложим както при еднояйчни (еднозиготни), така и при двуяйчни (двузиготни) близнаци. Еднояйчните близнаци имат еднакъв генотип и пол. Различията във фенотипа на някои белези при тях са резултат от разлики в условията, при които живеят. Двуяйчните близнаци имат различен генотип. Те могат да бъдат от един пол или да са разнополови. Ако живеят при еднакви условия, белезите, по които се различават, не се влияят от условията на средата, а се определят само от наследствените заложби

- Популационният метод открива разпространението и честотата на отделните генни и хромозомни аномалии в човешките популации. Използват се данни получени по демографско-статистически път. Така се изследва честотата и разпространението на нормални или мутантни гени, генотипове и хромозомни аномалии.

Цитогенетичен метод и предродова диагностика

- С този метод е установен броят и морфологията на човешките хромозоми, т. е. кариотипът на човека. Подреждането на хромозомите в хомоложни двойки в последователност от най-голямата към най- малката се нарича кариограма. За прилагането на метода е необходимо да се направят микроскопски препарати на делящи се клетки в стадий метафаза. Тогава хромозомите се виждат най-добре. Обикновено се използват клетки от костен мозък, периферна кръв или тъканна култура. Методът позволява да се видят хромозомни и геномни мутации.

- Метод за пренатална диагностика (амниоцентеза). С този метод може рано, още по време на бременността, да се установят мутации в заро- диша и бременността да се прекъсне. Прилага се (при желание на родителите), когато има съмнение за наследствено заболяване. В 16-20-та седмица от бременността се взема околоплодна течност. В нея има единични зародишни клетки, които активно се делят. Приготвя се клетъчна култура, след което се прилага цитологичният и други методи. Манипулацията не е опасна за майката и за детето.

Генетични аномалии и болести при човека

Генетични аномалии, свързани с автозомни рецесивни мутации

- Генни мутации, които причиняват заболявания, могат да бъдат както в автозоми, така и в полови хромозоми. Повечето от тях водят до синтеза на неактивни ензими и затова заболяванията се на- ричат „ензимни болести". Генна мутация е причина за заболяването албинизъм. Болните не образуват пигмента меланин в кожата и космите; те са много чувствителни към слънчева светлина и често развиват рак на кожата. Рецесивна мутация на ген в Х-хромозома причинява тежкото заболяване хемофилия (неспособност да се съсирва кръвта). От това заболяване страдат само мъже, защото те са хемизиготни по мутацията. В хомозиготно състояние мутацията е летална. Могат да живеят само хетерозиготни жени наричат се здрави носители. Те могат да имат болни синове. Рецесивна мутация на ген в Х-хромозома е причина и за далтонизма (цветна слепота). Тази мутация не е летална, от нея страдат и мъже, и жени.

Аномалии, свързани със структурни хромозомни мутации

- Такова заболяване се характеризира с група белези, наречена синдром. Синдромите включват няколко специфични аномалии, които се проявяват комплексно. В повечето случаи те се дължат на делеции и причиняват изменения на повече от един белег (зависи какви гени има във фрагмента). Обикновено синдромите са популе- тални или са причина за безплодие. Синдромът котешко мяукане (делеция в 5-а хромозома) се проявява в умствено изоставане и аномалии в гласовия апарат. При силен плач бебетата издават звук, подобен на котешко мяукане, което е дало името на синдрома. Синдромът на Прайдар- Уили (имената на учените, изследвали синдрома) е резултат от делеция в 15-а хромозома. Страдащите от този синдром имат забавено развитие в ранна възраст, а на 5-6-годишна възраст имат голям апетит и наднормено тегло.

Аномалии, свързани с бройни хромозомни мутации

- Тези заболявания също се характеризират със синдроми. Причиняват се от промяна в броя на автозоми или на полови хромозоми.

- **Синдром на Даун**. Болните имат 47 хромозоми (тризомия по 21-а хромозома). Характерни белези са широки скули, сплеснат нос, нисък ръст, скъсена шия и ръце, тежко умствено изоставане и др. Обикновено живеят 15-16 години.

- **Синдром на Патау**. Болните имат 47 хромозоми (тризомия по 13-а хромозома). Характерни белези са заешката уста, дефекти в твърдото небце, допълнителни пръсти по ръцете (полидактилия), тежки сърдечни и бъбречни аномалии. Голяма част (80-90%) умират през първата седмица след раждането.

- **Синдром на Едуардс**. Болните имат 47 хромозоми (тризомия по 18-а хромозома). Повечето болни (над 80%) са момичета. Засегнати са почти всички органи и системи

Аномалии, свързани промяна в броя на половите хромозоми, включително и таблицата

- **Синдром на Шершевски-Търнър**. Болните са жени с 45 хромозоми (монозомия за X-хромозома). Характерни белези са нисък ръст (около 1,20 m), умствена изостаналост, недоразвити полови органи.

- **Синдром на Клайнфелтер**. Болните са мъже с 47 хромозоми (половите хромозоми са XXY). Характерни белези са висок ръст, женски тип на скелета (тесен раменен пояс и широк таз), недоразвити семенници.

- Макар и рядко се срещат и синдромите на свръхжени и свръхмъже. Свръхжените имат три X-хромозоми. Те са стерилни. Свръхмъжете имат в генотипа си XYY хромозоми. Те са високи, физически много силни и агресивни.

- Броят на известните генетични заболявания е голям - няколко хиляди и вероятно ще нараства. Най-сигурната защита срещу тях е профилактиката. Затова към акушеро-гинекологичните болници има кабинети за медико-генетични консултации. За членове на фамилии, обременени с наследствена болест, може да се определи вероятността за раждане на дете с наследствена аномалия.

Размножаване при животните и човека

Безполово размножаване

- Възпроизвеждането, като едно от основните свойства на организмите, се осъществява чрез размножаването им. С размножаването се увеличава броят на организмите, осъществява се приемственост на поколенията и се осигурява съществуването на видовете.

- Размножаването е процес на възпроизвеждане на себеподобни, който запазва живота на Земята и осигурява еволюцията на организмите. В природата по-широко застъпено е половото размножаване.

Полово размножаване. Сравнение с безполовото размножаване

- При половото размножаване поколението започва развитието си от клетка зигота, получена от сливането на две полови клетки гамети, които се образуват най-често в два родителя - майчин и бащин. Затова всяко следващо поколение носи различно комбиниран наследствен материал, което позволява приспособяване към променящи се условия на средата.
  Партеногенеза
- При полово размножаващите се организми новият индивид започва развитието си от оплодената яйцеклетка. Яйцеклетката може да бъде активирана към развитие и без участието на сперматозоиди (без оплождане). Такова размножаване се нарича девствено или партеногенетично (parthenos, гр. девица). Полученото поколение е хаплоидно. Обикновено в началото на зародишното

развитие броят на хромозомите се удвоява и се образуват диплоидни индивиди. При някои ракообразни, насекоми, мекотели и риби партеногенетичното размножаване е закономерно явление.

- При представители на ципокрили насекоми (пчели, оси и мравки) се среща особен вид партеногенеза. Например при медоносната пчела от оплодените яйцеклетки се развиват женски индивиди работнички и пчели- майки, а от неоплодените, посредством партеногенеза мъжки индивиди (търтеи). Партеногенезата обикновено се редува с полово размножаване.

Гаметогенеза, гамети и оплождане

Гаметогенеза Овогенеза Сперматогенеза. схематично представяне

- Многоклетъчните организми са изградени от диплоидни клетки, а само по- ловите им клетки (гаметите) са хаплоидни. Гаметите се образуват в половите жлези при процеса гаметогенеза. Образуваната при сливането им зигота се дели митотично и дава началото на нов диплоиден организъм. Мъжките полови клетки сперматозоидите, се образуват в семенниците (тестисите) при процес сперматогенеза. Женските полови клетки яйцеклетките, се образуват в яйчниците при процес овогенеза.

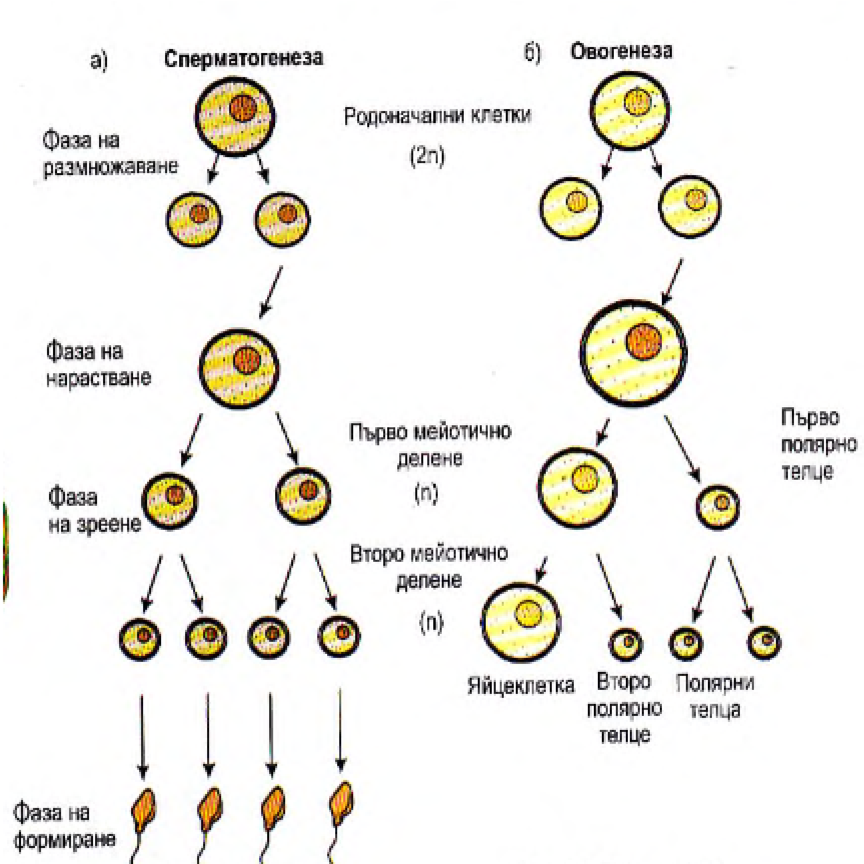
- Гаметите водят началото си от недиференцирани диплоидни клетки на половите жлези, наречени родоначални. Гаметогенезата при двата пола протича по сходен начин и преминава през няколко фази.

- Фаза на размножаване. Родоначалните клет- ки в половите жлези се делят 3-5 пъти митотично. При това се получава голям брой дребни първични незрели полови клетки, които са с диплоиден хромозомен набор.

- Фаза на нарастване. Някои от незрелите полови клетки престават да се делят. В тях се засилват синтетичните процеси, увеличава се масата им и те нарастват.

- Фаза на зреене. В тази фаза се проявява най-съществeният момент в гаметогенезата намаляване наполовина (редуциране) на хромозомния набор в нараснали- те клетки. Те се делят мейотично, при което се образуват хаплоидни гамети. По време на мейозата протича кросинговър прекръстосване на хроматидите в отделни хомоложни двойки хромозоми. Така се получават различни комбинации от наследствен материал.

- Биологичният смисъл на гаметогенезата е свързан с образуване на гамети, които имат редуциран (хаплоиден) хромозомен набор и комбиниран наследствен материал. Така гаметогенезата осигурява получаването на диплоиден хромозомен набор след оплождането.



Фиг. 3.1. Гаметогенеза – а) сперматогенеза и б) овогенеза.

Различия между овогенезата и сперматогенезата

- Освен прилики между спермато-генезата и овогенезата съществуват съществени различия. Те засягат както устройството и функцията на двата типа гамети, така и времето за развитието им в организма. При сперматогенезата освен посочените три фази съществува и една допълнителна фаза на формиране, по време на която се изгражда специфичната структура на сперматозоидите. При овогенезата по-силно е застъпена фазата на нарастване, което осигурява натрупване на резервни хранителни вещества жълтък, необходим за растежа и развитието на зародиша.

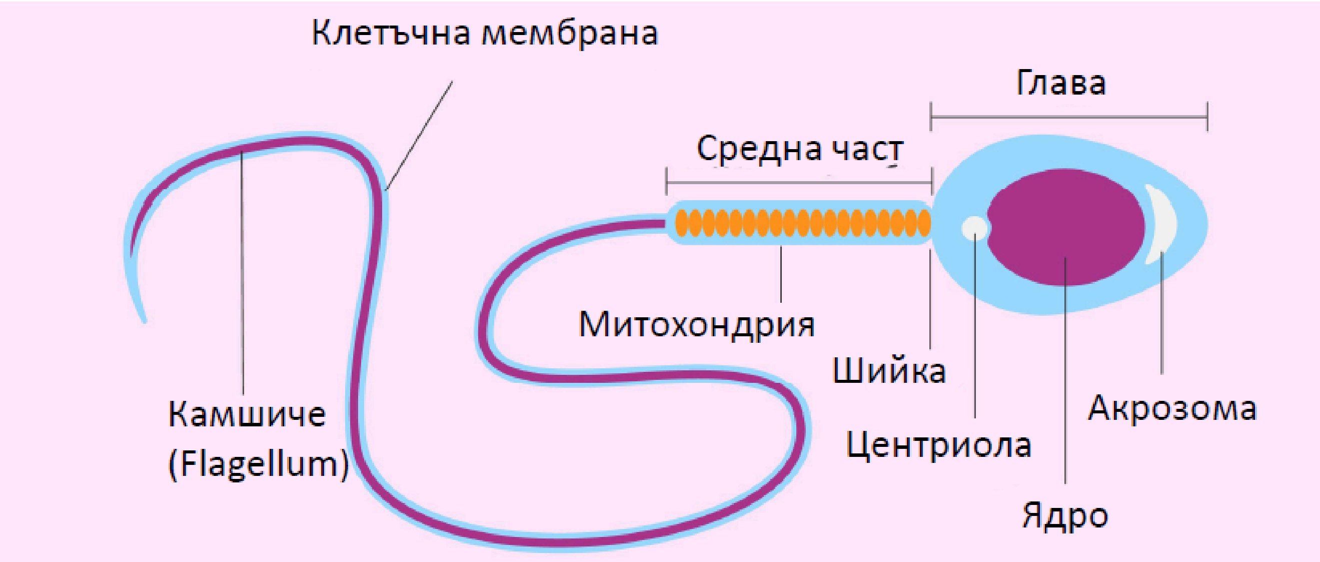
- Различие съществува и в разпределението на цитоплазмата в двата вида гамети във фазата на зреене, което е свързано с различното предназ- начение на яйцеклетката и сперматозоида при оплождането и развитието на зародиша. При сперматогенезата двете последователни деления на мейозата протичат с равномерно разпределение на цитоплазмата, при което се получават четири равностойни сперматозоида. При овогенезата цитоплазмата не се разпределя по равно и при двете деления на мейозата. При първото делене се образува една голяма клетка и една малка - първо полярно телце. При второто делене цитоплазмата на голямата клетка отново се дели неравномерно. Образува се една голяма клетка - зряла яйцеклетка, и се отделя второ полярно телце. Полярните телца дегенерират.

- Докато при сперматогенезата четирите клетки, получени в мейозата от една нараснала клетка, се развиват във функционално годни гамети - сперматозоиди, то при овогенезата само една от четирите клетки се превръща в зряла яйцеклетка.

Устройство на сперматозоид от бозайник описание и схематично представяне

- Сперматозоидите са високоспециализирани клетки. Те са приспособени да преминават през различни среди до достигане на яйцеклетките, да проникват в тях и да ги активират към развитие на зародиш.

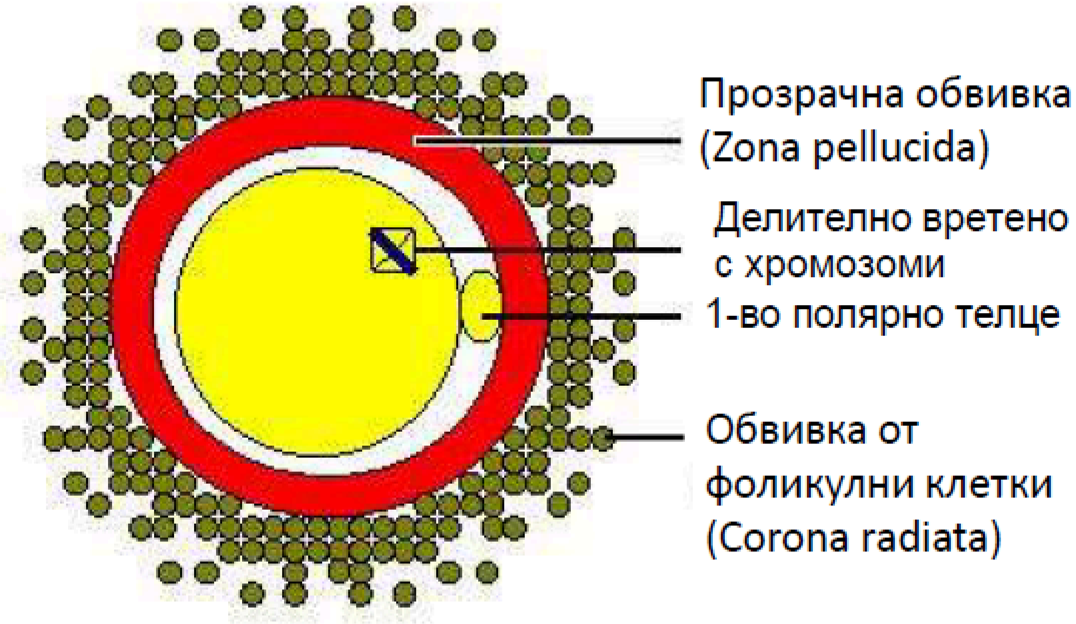
- При гръбначните животни, включително и човека, сперматозоидите са силно удължени клетки. Те са изградени от главичка, средна част и опашка. В главичката се намират ядрото и акрозомата. Акрозомата е специфична структура на сперматозоидите, с важна роля при оплождането. Тя представлява лизозома-мембранно мехурче, което като шапчица покрива по-голямата част от ядрото. Акрозомата съдържа ензими, които могат да разграждат обвивките на яйцеклетката. Средната част на сперматозоида съдържа митохондрии, синтезиращи АТФ, която осигурява енергия за движението на сперматозоида чрез опашката.



Устройство на яйцеклетка от бозайник описание и схематично представяне

- Яйцеклетките са големи неподвижни клетки и са по-просто устроени от сперматозоидите. В различните видове животни количеството и разположението на хранителния материал (жълтъка) в яйцеклетката, необходим за развитието на зародиша, е различно.

- Всяка яйцеклетка притежава обвивки (първична, вторична и третична), които са разположени върху плазмената мембрана. Те запазват целостта на клетката и регулират пропускливостта за различни вещества, с което участват в обмяната на веществата с околната среда.



Механизъм на оплождането при бозайници описание и схематично представяне

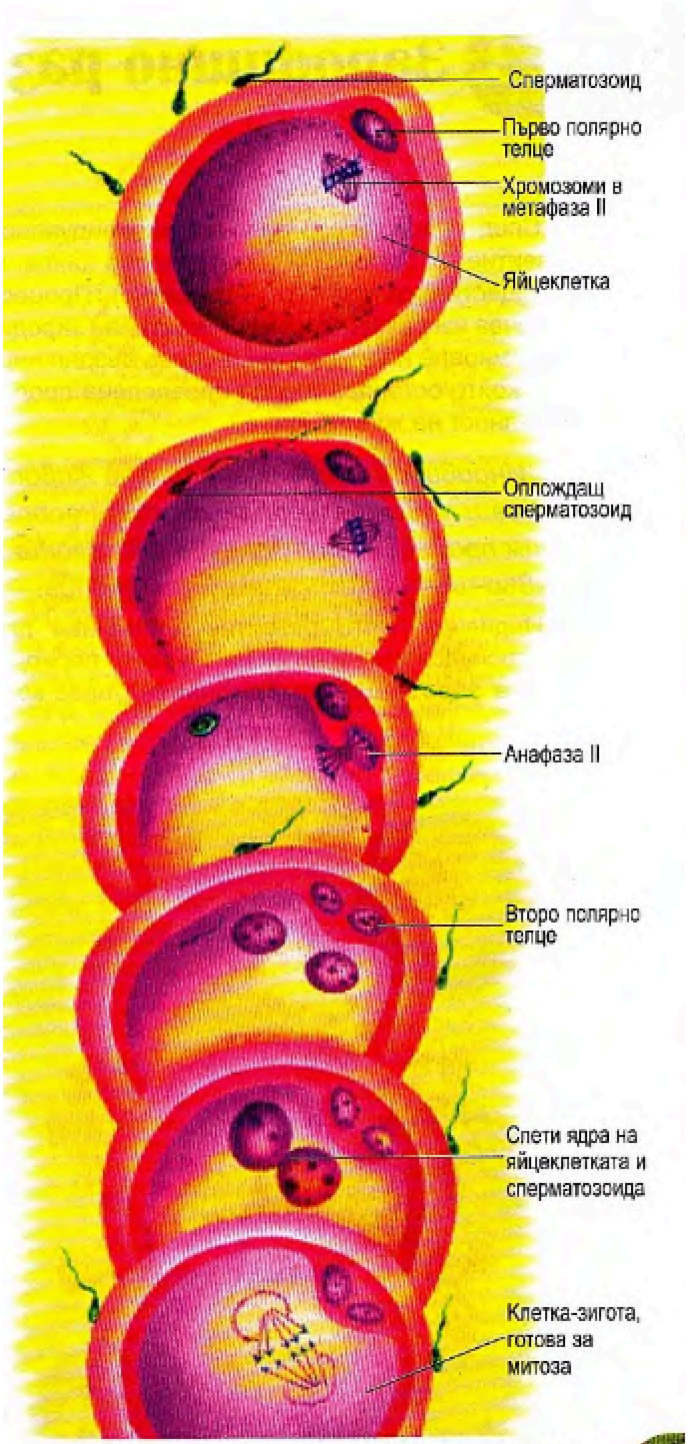
- От милионите сперматозоиди, внесени в женския организъм с еякулата на мъжкия индивид, само най-жизнените 100-200 (при човека) достигат до горния край на маточната тръба. За да навлезе в женската полова клетка, сперматозоидът трябва да преодолее няколко бариери нейните обвивки.

- При оплождане яйцеклетката се атакува от голям брой сперматозоиди от всички страни. При първия контакт между две полови клетки протича акрозомна реакция, която осигурява проникването на сперматозоида в яйцеклетката. Тя се изразява в образуване на пори в акрозомата на сперматозоида от действието на биологично активни вещества, отделяни от яйцеклетката. През порите ѝ се изливат ензими, които разрушават обвивките на яйцеклетката в мястото на контакта.

- При оплождането в цитоплазмата на яйцеклетката навлизат главичката и шийката на сперматозоида, а опашката остава навън. Ядрото на сперматозоида набъбва, доближава се до ядрото на яйцеклетката и двете се сливат в общо диплоидно ядро. Така се образува ядрото на зиготата. В нея се срещат майчините и бащините хромозоми и започва подготовка за първото митотично делене. Сливането на сперматозоида с яйцеклетката предизвиква реакция, която предотвратява навлизането на повече от един сперматозоид в нея образува се оплодителна обвивка.

- При бозайниците овогенезата се блокира на стадий метафаза II . Навлезлият сперма- тозоид стимулира процеса на зреене на яйцеклетката, като протича анафаза II и мейозата завършва.

- Оплождането е процес, при който две специализирани хаплоидни полови клетки — яйцеклетка и сперматозоид, и техните ядра се сливат, като се получава нова диплоидна клетка зигота.



Фиг. 3.7. Оплождане

Зародишно и следзародишно развитие

Дробене на зиготата

- С дробенето се поставя началото на зародишното развитие. Характерно за този стадий е, че от една оплодена яйцеклетка в резултат на няколко последователни,

бързи мито- зи (около 7-8) се получава голям брой клетки - бластомери, които изграждат многоклетъчен зародиш с формата на мехурче - бластула. Големината на бластулата не надминава тази на зиготата, защото по време на къси- те интерфази се удвоява само количеството на ДНК, без да се получава нова клетъчна маса и клетките да нарастват (жизненият цикъл съвпада с митотичния). Ето защо с увеличаване на броя на зародишните клетки намалява техният размер.

- Мястото на първата делителна бразда върху зиготата се определя от точката на навлизане на сперматозоида в яйцеклетката. Тази бразда разделя на две цитоплазмата на зиготата и определя бъдещото развитие на двустранна симетрия (ляво/дясно) на организма.

- Делителните плоскости на всяко следващо делене обикновено се разполагат перпендикулярно на предходното. Първите две бразди възникват по меридиани на зиготата, а третата по екватора й. Така постепенно броят на бластомерите нараства от 2 на 4, 8, 16, 32 и т. н.

- Начинът на дробене зависи от количеството на жълтъка в яйцеклетката (яйцето) и от неговото разпределение в цитоплазмата. При бозайниците поради отсъствие на жълтък дробенето обхваща цялата цитоплазма на зиготата, като се получават дребни, еднакви бластомери дробенето е равномерно. Но яйцата, например на земноводните, съдържат голямо количество жълтък, струпан повече в единия им полюс. По- голямото количество жълтък забавя или спира деленето. Поради това се образуват два вида бластомери големи, но малко на брой в богатия на жълтък полюс на яйцето, и малки, но повече на брой в бедния на жълтък полюс. Такова дробене е неравномерно.

- Вследствие на дробенето се образува бластула, изградена от един пласт бластомери, които заграждат празнина, изпълнена с течност.

- Ролята на дробенето в развитието на зародиша е свързана с образуването на голям брой клетки, които осигуряват протичането на следващите стадии.

Гаструлация

- Най-често гаструлацията се извършва чрез вгъване на част от стената на бластулата, при което зародишът заприличва на мехче - гаструла. Празнината, която се изгражда от вътрешния пласт клетки, се нарича първично черво. То чрез отвор се свързва с околната среда. По-късно от него се развива храносмилателната система.

- Гаструлацията се съпровожда с усилено делене и растеж на клетките, които се подреждат в зародишни пластове. През този стадий се осъществява клетъчно диференциране.

- При мешестите се образува само двупластна гаструла с външен пласт ектодерма, и вътрешен ендодерма. При останалите многоклетъчни животни и при човека се развива трипластна гаструла, която има междинен пласт -

мезодерма. Мезодермата се получава от деленето на клетки на ектодермата или ендодермата, мигрирали между двата зародишни пласта.

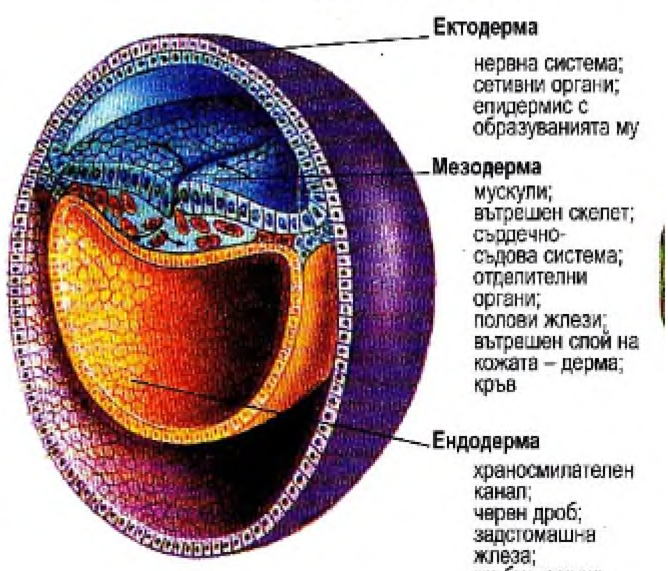
- По време на гаструлацията се увеличава синтезата на белтъци, различни по количество и вид в отделните групи клетки.

- При гаструлацията зародишът нараства и се формират зародишните пластове. Клетките се диференцират и Връзките между тях се засилват.

Органогенеза

- След възникването на трислойна организация на зародиша развитието продължава с формиране на тъкани, на зачатъчни органи и тяхното обособяване органогенеза. Това е сложен процес на диференциране и промяна на връзки и взаимоотношения между отделните клетъчни групи на зародишните пластове. В този процес се засилват различията във формата, функцията и химичния състав на клетките. В резултат се формират тъканите и се моделират органите, а чрез тях и тялото на индивида. Всеки зародишен пласт участва в образуването на определени тъкани и органи в съответствие с наследствената програма на организма. Независимо от различията при органогенезата, в различните групи животни трите зародишни пласта участват в образуването на едни и същи органи.

Фиг. 3.10. Произход на органите от трите зародишни пласта на гаструлата при гръбначните животни



Следзародишно развитие. Пряко развитие

- Индивидуалното развитие представлява постепенно усложняване на организма и образуване на нови структури. Съществена част от него се извършва през зародишния (ембрионалния) период от оплодената яйцеклетка до развития зародиш. То продължава и в следзародишния период. Следзародишният период обхваща вре мето от излюпването на яйцето или от раждането до смъртта на индивида. През него се извършват редица промени, които включват голям брой клетъчни деления, последвани от диференциране на клетките.

- През следзародишния период се осъществява растеж, който представлява необратимо увеличаване на размерите на тялото. Отделните части на тялото могат да нарастват с различна скорост.

- При част от животните в края на зародишното развитие образуването на органите е почти завършено.

- Следзародишното развитие, което протича без резки физиологични и морфологични изменения, се нарича пряко развитие.

- Осъществява се при бозайници, вкл. човек, при птици, влечуги, риби, някои червеи, сухоземни охлюви и др.

- През следзародишния период тъканите и органите нарастват и се доразвиват. Съществено развитие претърпява половата система. Човекът представлява типичен пример в това отношение. Добре познати са особеностите, с които се характеризира следзародишният период на чо- века. В него могат да бъдат разграничени три стадия: стадий на растеж и развитие (юношеско- младежки стадий); стадий на зрялост (стадий на възрастния човек); стадий на старост.

Непряко развитие. Значение на ларвните стадии

- При много безгръбначни животни, а също при някои риби и земноводни, развитието е непряко.

- От яйцето се излюпва първо ларва, която след това се превръща във възрастен организъм. Превръщането във възрастен индивид става чрез резки трансформации, наречени метаморфози (мета между, морфе форма). Ларвите, които обикновено са много различни по външен вид и начин на живот от възрастните, не трябва да се разглеждат като недоразвити форми. В много случаи те достигат висока степен на организация, като недоразвити остават само размножителните им органи. Добре позна- ти са поповите лъжички на жабата и гъсениците на пеперудите. Много животни, главно безгръбначни, преминават период на ларва (паразитни червеи, миди, ракообразни, насекоми и др.).

- Ларвите допринасят за разпространение на вида (особено когато възрастните форми имат прикрепен начин на живот). В някои случаи ларвите осигуряват храненето и растежа преди образуването на възрастните (пеперуди, молци и др.). Правните форми и възрастните се хранят с различна храна и обикновено имат различни местообитания. Затова те не се конкурират. Физиологично ларвите са по-издръжливи, поради което много безгръбначни (насекоми, иглокожи), а също и някои риби и земноводни, презимуват като ларви. В някои случаи, главно при паразитните червеи, ларвите могат да се размножават безполово.

- Метаморфозата на ларвата във възрастен ин дивид включва реорганизация на тялото. Тя се съпровожда с разграждане на ларвни тъкани. Това най-добре се вижда при насекомите. Насекомите имат два различни типа жизнена история. Едни от тях (хлебарки, скакалци, щурци и др.) претърпяват непълна метаморфоза - яйцето се развива до възрастен индивид през се- рия от

миниатюрни възрастни индивиди, но без криле, които се наричат нимфи. Между всеки два стадия на нимфа протича съблича- не и растеж. Други насекоми като пеперудите, молците, пчелите и мухите претърпяват пълна метаморфоза. Яйцето се развива в ларва, която рязко се отличава от възрастния организъм.

Съвременна теория за еволюцията

Същност на съвременната еволюционна теория

- Еволюцията е непрекъснат природен процес, започнал със зараждането на живота на Земята. В процеса на еволюция организмите се приспособяват към условията за съществуване и възникват нови видове.

- Индивидите от всеки вид живеят в групи, наречени популации (припомнете си какво е популация). Популацията има възрастова и полова структура, която гарантира размножаването. По тази причина популацията съществува в голям интервал от време, с много последователни поколения. Във всеки индивид може да възникне мутационна изменчивост, която да се предава в поколенията. При размножаването става свободно кръстосване на индивиди, при което се получават уникални съчетания на белези. Между индивидите съществува вътревидова конкуренция, в която оцеляват най-приспособените. Популацията е част от екосистема и „оцелява" чрез индивидите, които са „успели" в междувидовата конкуренция и в сложните взаимоотношения от типа експлоатация и имат подходящи приспособления към абиотичните условия на местообитанието. Следователно

- В популацията действа естествен отбор. По тази причина популацията в природна структура, в която се извършва еволюция.

- Популациите са елементарни еволюционни единици. Еволюционни процеси, които водят до промяна в генетичния състав на популациите и до възникване на нови видове, се наричат микроеволюция.

- За протичането на микроеволюционен процес са необходими определени условия (елементарни еволюционни фактори). Те са: мутационна изменчивост, популационни вълни, миграции, изолация, естествен отбор.

Еволюционни фактори мутационна изменчивост и генетичен дрейф

- Мутационната изменчивост е наследствена форма на изменчивост. Тя е първопричината за изменчивост в природата. Мутациите променят генетичния състав на популацията. За еволюцията са от значение честотата, с която възникват мутациите, броят на индивидите, които са носители на определени мутации, и влиянието на мутациите върху индивидите. Повечето от мутациите са рецесивни. Свободното кръстосване в популацията е причина за хетерозиготност на индивидите. Затова мутациите се проявяват фенотипно дълго време след възникването им. Следователно популациите имат „резерв" от изменчивост, която дава възможност за приспособяване към изменящи се условия. От особено значение са мутациите, които влияят върху жизнеността и размножителния потенциал на индивидите.

- Популационните вълни са резки колебания в числеността на популациите. Основните типове попупационни вълни са периодични и непериодични.

- Периодичните популационни вълни са сезонните промени в числеността на популации на видове с малка продължителност на живот - микроорганизми, едногодишни тревисти растения, насекоми.

- Непериодичните попупационни вълни могат да се предизвикат от различни причини. Числеността на една популация може да нарасне (положителна популационна вълна) при изобилие на храна или отсъствие на хищник. Числеността може да намалее (отрицателна популационна вълна) при природни бедствия продължителна суша, поройни дъждове, пожари, урагани и др.

- Влиянието на популационните вълни върху еволюционния процес се определя от случайното (не от избирателното) елиминиране или съхраняване на индивиди (на генотипи) от популацията. Това обикновено изменя генетичния състав на популацията и може да спре, забави или ускори еволюционния процес.

Еволюционни фактори миграции и изолация

- Миграциите могат да променят генетичния състав на популацията. Те могат да „изнесат" рядко възникваща мутация от една популация на вида и да я „въведат" в друга популация. Това може съществено да измени хода на еволюционния процес, особено ако екологичните условия за двете популации се различават.

- Изолацията е от решаващо значение за образуването на нови видове. Под изолация се разбира невъзможността на индивиди от две популации на един вид да се кръстосват свободно помежду си. Причините за изолации между популации на един вид са непреодолими за индивидите естествени природни препятствия водни пространства, пропасти, високи планини, пустини (за сухоземни видове) или сушата между водните басейни (за водни обитатели). Причина за изолация може да са и много големи разстояния между популациите. Ако ареалът на вида е голям, между популациите, населяващи противоположните периферни части, има изолация. В резултат от изолацията популациите на един вид се различават по генетичен състав, защото мутации, възникнали к в една популация, не могат да се „прехвърлят" в друга поради отсъствие на кръстосване. Засилващите се генетични различия между популациите, живеещи при различни екологични условия, са предпоставка за видообразуване.

Естествен отбор

Определение за естествен отбор и примери за действието му

- Естественият отбор е природната „сила", която осъществява еволюцията. Според Дарвин естественият отбор съхранява избирателно „ин- дивиди с положителни изменения". В съвремен- ните представи за еволюция естественият отбор съхранява избирателно „успешно размножаващи се генотипи". Така се подчертава значението на този процес за еволюцията, независимо от начина на размножаване на вида безполов или полов. Естественият отбор действа през

всички етапи на индивидуалното развитие, върху всички белези и свойства на организмите.

- Могат да се посочат много примери, които показват значението на естествения отбор за приспособяването на видовете. Пеперудата брезовка има бели крила с малки черни петна, кои- то я правят незабележима, когато е кацнала върху ствола на бреза. Много рядко се появяват мутанти с тъмни крила, които са лесна плячка за насекомоядните птици. В индустриалните райони стволовете на дърветата потъмняват вследствие замърсяването на околната среда. Върху тъмните брезови стволове брезовките с бели крила стават жертва на естествените си врагове, а мутантът с тъмни крила увеличава числеността си. Наблюденията показали, че в населените индустриални райони преобладават брезовки с тъмни крила, докато извън градовете преобладават белите брезовки.

Начини на действие на естествения отбор

- В зависимост от начина на действие естественият отбор бива: стабилизиращ, движещ и дизруптивен.

- Стабилизиращият естествен отбор запазва определен белег непроменен в много последователни поколения. Този тип отбор действа тогава, к гато условията на средата не се променят в големи интервали от време. Така се съхранява генотипът, който най-добре приспособява индивидите към условията на средата. Например в популация на сухо- земни охлюви естественият отбор ще съхрани тази окраска на черупката, която най-добре се слива с околната среда. По-светлата или по-тъмната окраска ще прави индивидите по-лесно забележими от хищниците. В резултат на стабилизиращ отбор белезите на акулите, крокодилите и др. са се запазили без съществени промени хиляди години. Стабилизиращият отбор запазва фенотипа на белезите и намалява разнообразието им.

- Движещият естествен отбор се проявява при промяна в условията на средата, като променя фенотипа на даден белег. Новият белег приспособява по-добре индивидите към новите условия. Например, ако средата като цяло потъмнее (в индустриални зони), движещият отбор ще запази по-тъмната окраска, тъй като тя прави индивидите по-трудно забележими от естествените им врагове.

- В резултат на движещ отбор много пещерни обитатели са загубили пигментацията на тялото си, а тенните (чревни паразити) храносмилателната си система. Движещият отбор променя белезите, но също като стабилизиращия не създава разнообразие.

- Дизруптивният естествен отбор съхранява различни фенотипни прояви на даден белег (съответно различни генотипове). Това се обяснява със съществуването на различни условия в отделните части на биотопа. Например, ако в една част на биотопа почвата е кафява, там естественият отбор ще запази тъмната окраска на черупката на охлювите. Ако в друга част на същия биотоп почвата е по-светла, отборът ще съхрани светла окраска на черупката. Дизруптивният отбор действа обикновено в популации с големи биотопи, тъй като в различните части на такива биотопи има различия в някои фактори.

- Резултат от дизруптивен отбор са два вида костур (хищна сладководна риба). Факторът, довел до появата на двата вида, е недостигът на храна. Единият вид е костур „джудже", приспособен да се храни с дребни ракообразни, а другият вид е костур „гигант" и се храни основно с риба. Дизруптивният отбор създава разнообразие на белезите.

Антропогенеза

Място на човека в класификацията на организмите. Родство на човека с останалите примати.

- В хода на еволюцията на нашата планета са възниквали и изчезвали редица видове. Видът човек (Хомо сапиенс; Homo sapiens) разумен (съвременен) човек, също е резултат от процеса еволюция.

- Историческият процес на произход и развитие на човека се нарича антропогенеза (от гр. anthropos човек, и genesis произход).

- Човекът принадлежи към вида Хомо сапиенс, род Хомо, семейство Хоминиди, разред Примати, клас Бозайници, тип Хордови, царство Животни. Разред Примати обединява плацентни бо- зайници в два подразреда полумаймуни и същин- ски маймуни. Към втория подразред се отнасят и хората, представени от семейство с един род и един единствен вид съвременен човек.

- Полумаймуните и същинските маймуни от разред Примати са бозайници, приспособени към живот по дърветата. Имат разположени отпред очи, даващи обемно зрение. Женските раждат само по 1- 2 малки и ги отглеждат дълго време. Тези белези на разреда са основа за развитието на човешките белези.

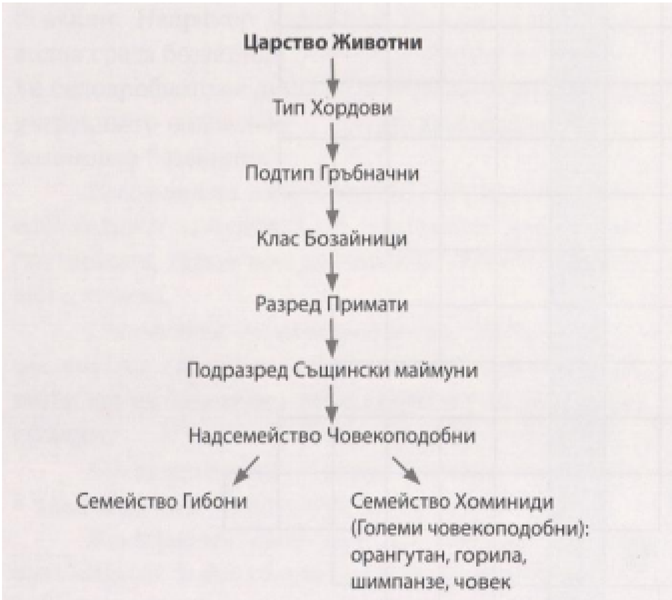
- Същинските маймуни имат сравнително добре развит мозък и живеят в социални групи, в които индивидите усвояват умения един от друг. Ранен техен представител е парапитекът, обитавал територията на Египет преди 30-40 млн. години.

- Човекът принадлежи към надсемейство Човекоподобни. То включва още гибони, орангутани, горили и шимпанзета. Човекоподобните са се появили в Африка преди близо 25 млн. г., през неозойската ера. Тогава континентите са заемали сегашните си позиции, започнало е застудяване на климата и той е станал сходен със сегашния. Родствената връзка на човека със съвременните човекоподобни маймуни не е пряка (никой вид не може да еволюира от свой съвременник), а е резултат от дивергентна еволюция. Най-рано са се отделили гибоните, след тях орангутанът, после горилата, и последни шимпанзето и човекът

- Гибоните обитават Азия и са сравнително дребни. Останалите представители на групата орангутан, горила, шимпанзе и човек, се обединяват в семейство Хоминиди (Големи човекоподобни). Всички те имат развит мозък, използват сечива (пръчки и необработени камъни), разпознават се в огледало и могат да

бъдат обучени на жесто-мимичен език. Орангутанът е произлязъл от измрялата азиатска човекоподобна маймуна рамапитек (Рама индийски митологичен герой). Останалите хоминиди са родствени на изкопаемите дриопитеци, обитавали Африка, а преди големите застудявания и Европа. Последният общ предшественик на човека и шимпанзето е живял в Африка преди 6-7 млн. г.

Схема за мястото на човека в класификацията на организмите



Фигура 1. Място на човека в класификацията на организмите

Основни етапи в еволюцията на човека

- След като са се отделили от предшествениците на шимпанзето, нашите предшественици, наречени хоминини (предчовеци), са слезли на земята и са продължили да еволюират. В еволюцията на човека може да бъдат разграничени пет основни етапа: австралопитек, Хомо хабилис (сръчен човек), Хомо еректус (изправен човек), палеоантроп (древен човек) и Хомо сапиенс (съвременен човек).

- В Южна Африка са открити останки от **<u>австралопитек</u>** (от лат. australis южен, гр. питек маймуна), живял преди 42 млн. г. в Източна и Южна Африка. Намерени са части от женски скелет (наречен Люси), от които личи, че австралопитеците са ходели изправени скелетът на предния чифт крайници е по-слабо развит, отколкото на задния. Обемът на мозъчния дял на черепа е около 400 $см^3$. Освобождаването на предните крайници от опорна функция е улеснило използването на клони, необработени камъни и други предмети за защита от естествени врагове и при набавянето на храна. С това се поставя началото на превръщането на предния чифт крайници в ръце. Затова австралопитеците се приемат за прачовеци - древни предшественици на човека.

- **<u>Хомо хабилис (сръчен човек)</u>** Този най-ранен представител на род Ното (Човек) е живял преди 2,5 1,5 млн. г. Останки са намерени в Танзания, Етиопия и Кения. Сръчните човеци също като австралопитеците са били дребни на ръст: 120-140 см. В сравнение с австралопитеците мозъчният им череп е бил по-голям (с обем

около 600 см³), а лицевият по-малък. Изработвали са прости каменни оръдия на труда. Това е важно еволюционно събитие, защото каменните сечива трябва да се обработват с други сечива, а само сръчните човеци са притежавали тази способност. Нито една човекоподобна маймуна не обработва камъните, които използва.

- **Хомо еректус (изправен човек)** Представители на този стадий са се появили преди около 2 млн. г. в Африка и са живели до преди около 100 000 г. Ръстът е по-висок, отколкото при Хомо хабилис, и вече е типично човешки - между 145 и 185 cm при различните популации. За изправения човек са характерни увеличен мозъчен череп (900-1000 см³), силно развити надочни дъги, олекотени челюсти. Той нямал развита брадичка на долната челюст. Това показва, че не е използвал членоразделна реч като средство за комуникация. Изправените човеци са изработвали и използвали различни каменни сечива, например брадви. При разкопките са открити овъглени кости на животни, което доказва, че изправените човеци са използвали огъня и са обработвали храната. Били са добри ловци. Хомо еректус е първият хоминин, разселил се извън Африка. На отделните му популации са дадени различни имена: Хомо ергастер (работещ човек) в Източна и Южна Африка, питекантроп (маймуночовек) на о. Ява, синантроп (китайски човек) в Източна Азия.

- **Палеоантропите (древен човек)** са живели преди 200 - 300 хил. г. Останки от тях са намерени в много части на Европа, Азия, Африка и Индонезия. Най-ранният от тях е хайделбергският човек, произлязъл в Африка от Хомо еректус преди повече от 500 000 г. и разселил се в последствие и в Азия и Европа (него- ви останки за пръв път са намерени в близост до гр. Хайделберг, Германия). От хайделбергския човек произлизат други древни човеци. Най-известен от тях е неандерталецът, обитавал Европа и Югозападна Азия преди 300 000-40 000 г. Името му идва от долината Неандер в Германия, където е открит най-напред. Неандерталците са живели през ледниковия период и са имали големи носни кухини за затопляне на вдишвания въздух. Били са изместени от съвременните хора, но преди това са се кръстосвали с тях и са оставили гени в днешния човешки генофонд. Древните човеци са притежавали пропорции на тялото, близки до тези на съвременния човек. В сравнение с Хомо еректус мозъчният череп е увеличен от около 1200 cm³ при хайделбергския човек до близо 1500 см³ при неандерталеца, а лицевият череп с олекотен. Поведението е усложнено и е свързано с усъвършенствани сечива, лов на едри животни, строеж на жилища, редовна употреба на огъня, разпределение на задълженията в групата, т.е. появяват се наченки на общество. От съвременния човек ги отличават по-дебелите черепни кости, изпъкналите надочни дъги и липсата на брадичка. Предполага се, че древните човеци са започнали да използват проста членоразделна реч.

- **Хомо сапиенс (съвременен човек)** е произлязъл преди около 200 000 г. от африканска популация на хайделбергския човек. Започнал е да се разселва извън Африка преди около 100 хил. г. и е проникнал в Европа преди около 45 хил. г. Ранните съвременни хора в Европа се наричат кроманьонци, защото първата находка е от пещерата Кро Маньон (Франция). Те имат белези на сега

живеещите хора. Съвременният човек има мозъчен череп с обем средно 1350 $см^3$, слабо изразени надочни дъги и олекотен лицев череп, при чието смаляване се е оформила брадичка. Детството е дълго, членоразделната реч е добре развита. Важно събитие е развитието на духовната култура. Първите образци на изкуство (създадени от кроманьонци) са пещерни рисунки на животни и ловни сцени, а също и скулптури на тела на животни и хора. Постепенното развитие на обществения начин на живот довело (преди около 10 хил. г.) до преход от използване на природни източници на храна (лов и събирачество) към отглеждане на животни и обработване на земя.